TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 3

Mario Bunge

Tratado de filosofía

Volumen 1

SEMÁNTICA I: SENTIDO Y REFERENCIA

Tratado de Filosofía
MARIO BUNGE

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 4

MARIO BUNGE
TRATADO DE FILOSOFÍA

1
SEMÁNTICA I: *SENTIDO Y REFERENCIA*

2
SEMÁNTICA II: *INTERPRETACIÓN Y VERDAD*

3
ONTOLOGÍA I: *EL MOBLAJE DEL MUNDO*

4
ONTOLOGÍA II: *UN MUNDO DE SISTEMAS*

5
GNOSEOLOGÍA Y METODOLOGÍA I: *EXPLORACIÓN DEL MUNDO*

6
GNOSEOLOGÍA Y METODOLOGÍA II: *EXPLICACIÓN DEL MUNDO*

7
GNOSEOLOGÍA Y METODOLOGÍA III: *FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA*

8
ÉTICA: *LO BUENO Y LO JUSTO*

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 5

Tratado de filosofía

Volumen I

SEMÁNTICA I: SENTIDO Y REFERENCIA

Mario Bunge

gedisa
editorial

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 6

Traducido de la edición en inglés de *Treatise on Basic Philosophy*. Vol. 1: *Semantics I: Sense and Reference.*
© 1974, D. Reidel Publishing Company, parte de Springer Science + Business Media. Todos los derechos reservados

Traducción: Rafael González del Solar

Rafael González del Solar es biólogo (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina), doctorando en el Departamento de Filosofía de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y traductor *freelance* especializado en textos técnicos, científicos y filosóficos. Su formación incluye la investigación de campo en ecología trófica de carnívoros (como becario de CONICET, Argentina) y estudios de filosofía de la ciencia con Mario Bunge (Montreal, 2000), de quien ha traducido otros tres libros. Actualmente es miembro del Grupo de Investigación en Ecología de Comunidades de Desierto (ECODES, Argentina) y del Grupo de Estudios Humanísticos sobre Ciencia y Tecnología (GEHUCT-UAB). En 2004 fue distinguido con una beca de formación de posgrado de la Fundación Carolina (España).

Diseño de cubierta: Taller de maquetación Editorial Gedisa

Primera edición: marzo de 2008, Barcelona

Derechos reservados para todas las ediciones en castellano

© Editorial Gedisa, S.A.
Avenida del Tibidabo, 12, 3º
08022 Barcelona (España)
Tel. 93 253 09 04
Fax 93 253 09 05
correo electrónico: gedisa@gedisa.com
http: //www.gedisa.com

ISBN obra completa: 978-84-9784-202-0
ISBN vol. 1: 978-84-9784-194-8
Depósito legal: B. 17744-2008

Impreso por Romanyà Valls

Impreso en España
Printed in Spain

Queda prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio de impresión, en forma idéntica, extractada o modificada de esta versión castellana de la obra.

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 7

Prefacio general al tratado

Este volumen forma parte de un amplio *Tratado de Filosofía*. La obra abarca lo que para el autor constituye el núcleo de la filosofía contemporánea, a saber la semántica (las teorías del significado y la verdad), la gnoseología (las teorías del conocimiento), la metafísica (teorías generales sobre el mundo) y la ética (teorías de los valores y la acción justa).

La filosofía social, la filosofía política, la filosofía del derecho, la filosofía de la educación, la estética, la filosofía de la religión y otras ramas de la filosofía han quedado excluidas del anterior *quadrivium*,† ya sea porque han sido absorbidas por las ciencias del hombre o bien porque se las puede considerar aplicaciones tanto de la filosofía básica como de la lógica. Tampoco se ha incluido esta última en el *Tratado*, aunque es parte tanto de la filosofía como de la matemática. La razón de esta exclusión es que la lógica se ha convertido en una materia tan técnica que únicamente los matemáticos pueden abrigar esperanzas de hacer contribuciones originales a este campo. Aquí solo hemos tomado prestada la lógica que nos es útil.

La filosofía expuesta en el *Tratado* es sistemática y, en alguna medida, también exacta y científica. En otras palabras, las teorías filosóficas for-

† Hemos dejado sin traducir aquellas expresiones en idiomas diferentes del inglés que, como el vocablo latino *quadrivium* o el término francés *bête noire*, entre otras, son de uso lo bastante frecuente en la comunidad castellanohablante como para representar un problema para el lector de esta obra. [*N. del T.*].

muladas en estos volúmenes (*a*) están formuladas en determinados lenguaje exactos (matemáticos) y (*b*) de ellas se espera que sean consistentes con la ciencia contemporánea.

Ahora unas palabras a modo de disculpa por esta tentativa de construir un sistema filosófico. Dado que vivimos en la era del análisis, uno bien podría preguntarse si todavía hay sitio –fuera de los cementerios de ideas– para la síntesis filosófica. La opinión del autor es que el análisis –aunque necesario– resulta insuficiente, excepto, claro, para la destrucción. La finalidad última de la investigación teórica, ya sea en filosofía, ciencia o matemática, es la construcción de sistemas, vale decir de teorías. Más aún, esas teorías deben estar articuladas en sistemas en lugar de estar aisladas y, mucho menos, ser mutuamente incompatibles.

Una vez que tenemos un sistema, podemos pasar a desmontarlo. Primero el árbol, después el serrín. Y una vez alcanzada la etapa del serrín, hemos de pasar a la siguiente, a saber la construcción de nuevos sistemas. Hay tres razones para ello: porque el universo es, él mismo, sistémico; porque ninguna idea puede tornarse completamente clara, a menos que se halle incluida en algún sistema y porque la filosofía del serrín es bastante aburrida.

El autor dedica esta obra a su profesor de filosofía

KANENAS T. POTA

como agradecimiento por su consejo: «Haz tu propio intento. Tu recompensa será hacerlo, tu castigo haberlo hecho».

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 9

Índice de *Semántica I*

PREFACIO A *SEMÁNTICA I* 13

AGRADECIMIENTOS 17

PRÓLOGO DEL AUTOR A LA EDICIÓN ESPAÑOLA 19

SÍMBOLOS ESPECIALES 21

INTRODUCCIÓN 23
1. Objetivo 23
2. Método 26

1. DESIGNACIÓN 31
1. Símbolo e idea 31
1.1. Lenguaje 31
1.2. Constructo 37
1.3. Predicado 39
1.4. Teoría y lenguaje 43
2. Designación 45
2.1. Nombre 45
2.2. La función de designación 48
3. Correlatos metafísicos 51
3.1. Ontología fundamental 51

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 10

3.2. Más allá del platonismo y el nominalismo 53

2. REFERENCIA 59
1. Motivación 60
2. La relación de referencia 62
2.1. Una relación indisciplinada 62
2.2. Referencia inmediata y referencia mediata 64
2.3. Clase de referencia 65
2.4. Referencia fáctica y variable objeto 68
2.5. Denotación 71
2.6. Referencia y pruebas empíricas 72
2.7. Pistas engañosas en la búsqueda de referentes 75
3. Las funciones de referencia 78
3.1. Desiderata 78
3.2. Principios y definiciones 79
3.3. Algunas consecuencias 82
3.4. Contexto y correferencia 87
4. Referencia fáctica 89
4.1. La clase de referencia fáctica 89
4.2. La clase de referencia fáctica de las teorías científicas .. 93
4.3. Identificación de los referentes fácticos: genuinos y espurios 100
4.4. La controversia sobre el realismo en la filosofía de la física contemporánea 103
5. Pertinencia 108
5.1. Clases de pertinencia 108
5.2. La paradoja de la confirmación como falacia de pertinencia 113
6. Conclusión 114

3. REPRESENTACIÓN 117
1. Representación conceptual 117
2. La relación de representación 122
2.1. Una caracterización 122
2.2. La multiplicidad de las representaciones 127
2.3. Fórmulas de transformación y teorías equivalentes ... 133
3. Modelado 135
3.1. Del esquema a la teoría 135

3.2. Problemas de modelado 138
4. Componentes semánticos de una teoría científica 142
4.1. Reglas de denotación y supuestos semánticos 142
4.2. Compromiso filosófico de los supuestos semánticos .. 146
4.3. Aplicación a la mecánica cuántica 149
5. Conclusión 151

4. INTENSIÓN 155
1. La forma no lo es todo 155
1.1. Conceptos de sentido 155
1.2. La extensión es insuficiente 159
1.3. 'Intensional': ni pragmático ni modal 162
2. Un cálculo de intensiones 165
2.1. Desiderata 165
2.2. Principios y definiciones 166
2.3. Teoremas principales 168
2.4. Diferencia intensional y parecido de familia 172
3. Algunos parientes: de sangre y políticos 177
3.1. Fuerza lógica 177
3.2. Información 178
3.3. Comprobabilidad 182
4. Comentarios finales 184

5. QUID Y CONTENIDO 187
1. Contextos cerrados 188
1.1. Los contextos cerrados y su estructura 188
1.2. La ascendencia lógica de un constructo 190
2. El sentido como sentido ascendente o ascendencia lógica .. 192
2.1. Sentido ascendente y quid 192
2.2. El quid de un constructo fundamental 195
2.3. El quid de una teoría 197
2.4. Cambios de quid 199
3. El sentido como sentido descendente o descendencia lógica .. 201
3.1. La descendencia lógica de un constructo 201
3.2. Sentido descendente 203
3.3. Contenido de una teoría 205
3.4. Contenido empírico y fáctico 207
3.5. Cambios de sentido descendente y contenido 213

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 12

4. Sentido pleno 215
5. Conclusión 220

BIBLIOGRAFÍA 223
ÍNDICE DE NOMBRES 233
ÍNDICE DE MATERIAS 235

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 13

Prefacio a *Semántica I*

Este es un estudio de los conceptos de referencia, representación, sentido, verdad y otros afines. Estos conceptos semánticos se destacan en la siguiente muestra de enunciados: ⌈El tensor de campo *se refiere* al campo⌉, ⌈Una teoría de campos *representa* el campo al cual se refiere⌉, ⌈El *sentido* de un tensor está esbozado en las ecuaciones de campo⌉ y ⌈El experimento indica que la teoría de campos es *aproximadamente verdadera*⌉.

El nuestro es, pues, un trabajo de semántica filosófica y, más aún, un trabajo centrado en la semántica de la ciencia fáctica (natural o social), no en la semántica de la matemática pura o los lenguajes naturales. Dicho en pocas palabras, la semántica de la ciencia es el estudio del triángulo símbolo-constructo-hecho, siempre que el constructo de interés pertenezca a la ciencia. Considerada de este modo, nuestra disciplina está más cerca de la gnoseología que de la matemática, la lingüística o la filosofía del lenguaje.

El objetivo principal de esta obra es constituir una semántica de la ciencia; no una cualquiera, sino una capaz de aportar algo de claridad a ciertos problemas candentes de la ciencia contemporánea, que no pueden resolverse por medio del cálculo ni la medición. Por ejemplo: ¿cuáles son los referentes genuinos de la mecánica cuántica o de la teoría de la evolución? y ¿cuál es el mejor modo de darle un sentido fáctico preciso y una referencia fáctica definida a un formalismo matemático, independientemente de la cuestión de su verdad?

Una consecuencia de haber delimitado así nuestro campo de investigación es que han quedado fuera del mismo ámbitos enteros de la se-

mántica, tales como la teoría acerca de las comillas, la semántica de los nombres propios, las paradojas de la autorreferencia, las normas de la felicidad lingüística [*linguistic felicity*] e, incluso, la lógica modal y la semántica de los mundos posibles, por considerárselos impertinentes para nuestro interés. Del mismo modo, la mayoría de los conceptos de la teoría de modelos, particularmente los de satisfacción, verdad formal y consecuencia, han sido tratados de manera superficial por no ser directamente pertinentes para la ciencia fáctica y porque, en todo caso, están en buenas manos. Hemos centrado nuestra atención en las nociones semánticas que habitualmente se dejan de lado o no se tratan bien, principalmente en aquellas de significado fáctico y verdad fáctica, y hemos intentado mantenernos cerca de la ciencia viva.

El tratamiento de las diversas materias es sistemático o casi sistemático: cada concepto fundamental ha sido objeto de una teoría y las diversas teorías se han articulado en un único marco. Se han utilizado algunas ideas matemáticas elementales, como por ejemplo las de conjunto, función, retículo, álgebra de Boole, ideal, filtro, espacio topológico y espacio métrico. Sin embargo, nuestro manejo de estas herramientas es bastante informal y las hemos usado al servicio del interés filosófico antes que en reemplazo del mismo. (Cuidado con la exactitud vacía, puesto que es lo mismo que la exacta vacuidad.) Más aún, las secciones técnicas del libro se han colocado entre ejemplos y se las ha sazonado con comentarios. Esta organización debería contribuir a que la lectura pueda adaptarse a la conveniencia del lector.

Sin duda, el lector utilizará su pericia para ojear el texto y saltear aquello que juzgue oportuno. Con todo, a menos que se desee patinar, es un buen consejo tener presente el plan general de la obra, tal como se lo presenta en el índice. En particular, el lector no debe impacientarse si la verdad y la extensión aparecen ya avanzado el libro y si el análisis y la descripción definida se encuentran en la periferia. Se darán razones de estas desviaciones de la tradición.

Esta obra está concebida para su estudio independiente y también como libro de texto, para cursos y seminarios de semántica. También debería resultar de utilidad como lectura auxiliar en cursos sobre los fundamentos, la metodología y la filosofía de la ciencia.

Este estudio es resultado de los seminarios dictados en la Universidad de Buenos Aires (1958), la Universidad de Pensilvania (1960-1961), la Universidad Nacional de México (1968), la Universidad McGill (1968-

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 15

1969 y 1970-1971) y el ETH de Zúrich (1973). El programa de la investigación y un avance de algunos de sus resultados fueron expuestos en la primera conferencia de la Sociedad de Filosofía Exacta [*Society for Exact Philosophy*] (ver Bunge, 1972a) y en el XV Congreso Mundial de Filosofía [*XVth World Congress of Philosophy*] (ver Bunge, 1973d).

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 17

Agradecimientos

Es un placer para mí agradecer a aquellos que me han hecho comentarios y críticas útiles –ya sean constructivas o destructivas– en el aula o por escrito. Agradezco en particular a mis ex alumnos, los profesores Roger Angel y Charles Castonguay, así como a los Sres. Glenn Kessler y Sonmez Soran. Agradezco a mis ex investigadores asociados, los profesores Peter Kirschenmann, Hiroshi Kurosaki, Carlos Alberto Lungarzo, Franz Oppacher y Raimo Tuomela y a mis ex asistentes de investigación, los doctores David Probst y David Salt. También me he beneficiado con los comentarios de los profesores Harry Beatty, John Corcoran, Walter Felscher, Joachim Lambeck, Scott A. Kleiner, Stelios Negrepontis, Juan A. Nuño, Roberto Torreti, Ilmar Tammelo y Paul Weingartner. Empero, dado que mis críticos vieron únicamente fragmentos de los primeros borradores, no se les debería acusar de ser mis cómplices.

También me place dejar testimonio de mi profunda gratitud al Consejo de Canadá [*Canada Council*] por el subsidio Killam que le otorgó a este proyecto de investigación y a la John Simon Guggenheim Memorial Foundation por una beca durante cuyo lapso esta obra cobró su forma final. Por último, estoy agradecido a la Universitet Aarhus y al ETH de Zúrich por su generosa hospitalidad durante mi año sabático 1972-1973.

MARIO BUNGE
Foundations and Philosophy of Science Unit
McGill University

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 19

Prólogo del autor a la edición española†

La filosofía se ha desarrollado vigorosamente en España y en Hispanoamérica en el curso de las últimas décadas. Se ha desarrollado al punto de que ya tenemos poco que aprender de la filosofía alemana, la que aún se está recuperando del desastre de 1933, y menos todavía de la filosofía francesa, que desde hace más de un siglo se arrastra a la zaga de la retaguardia alemana.

Francisco Romero, el filósofo argentino de origen español, decía con razón que en todos los pueblos la filosofía pasa por tres etapas: la adhesión entusiasta y dogmática a una escuela, el estudio crítico de la filosofía toda y la creación original. Creo que algunos países de habla española están pasando de la segunda etapa a la tercera.

Es verdad que aún se importan, habitualmente con retraso, modas filosóficas europeas. (La diferencia es que hoy se copia a Oxford o a París, en lugar de Freiburg.) También es cierto que la mayoría de los estudios filosóficos son de carácter apologético o crítico. Pero ya hay un comienzo bien claro de investigación original en áreas de la filosofía que hace un par de décadas solíamos evitar o incluso ignorar. Entre ellas se destacan la lógica matemática y la semántica formal, la teoría del conocimiento y la epistemología, la ontología seria y la axiología, así como la ética y la filosofía de la técnica.

† Original en castellano. [*N. del T.*]

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 20

En nuestros países hay literalmente miles de profesores de filosofía y algunas decenas de investigadores originales. Muchos de ellos están al día en la literatura filosófica internacional y algunos escriben libros o artículos que contienen aportes nuevos a la filosofía. Hay diversas sociedades nacionales de filosofía y docenas de revistas filosóficas, algunas de ellas bilingües o aun trilingües, entre ellas por lo menos seis de buen nivel. También hay congresos nacionales e internacionales de filosofía.

Todos estos son hechos nuevos ocurridos en el curso de las últimas décadas. Ellos nos permiten afirmar no solo que hay filosofía en España y en Hispanoamérica, sino que hay hoy una filosofía hispanoamericana original no menos importante que la alemana, la italiana o la francesa. Esta novedad es motivo de legítimo orgullo para todos quienes, de una manera u otra, han contribuido a construir esta filosofía y, muy particularmente, para quienes lo han hecho en condiciones materiales y políticas difíciles.

Pero la existencia de una vigorosa filosofía hispanoamericana no debiera ser motivo de complacencia. Primero, porque no está sino en los comienzos de la etapa creadora. Segundo, porque la filosofía es una planta muy delicada, que no prospera sino al aire libre, el que a menudo escasea en nuestros países.

Me alegra sobremanera que la prestigiosa editorial GEDISA haya decidido publicar una versión castellana de mi tratado. Y me honra el que Rafael González del Solar, joven ecólogo y filósofo que ya tradujo cuatro de mis libros, haya aceptado ocuparse de esta tarea, tan pesada como delicada. Finalmente, he aprovechado esta ocasión para corregir algunos errores que aparecen en la edición original.

MARIO BUNGE

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 21

Símbolos especiales

C	Conjunto de constructos (conceptos, proposiciones o teorías)
$\mathbb{C}$	Contexto
$\mathscr{C}$	Contenido (sentido descendente extralógico)
$\mathscr{C}n$	Consecuencia
$\mathscr{D}$	Designación
Δ	Denotación
$\triangleq$	Representación
$\mathscr{E}$	Extensión
$\mathscr{I}$	Intensión
$\mathscr{SD}$	Sentido descendente [*import*]†
L	Lógica
$\mathscr{L}$	Lenguaje
$\mathscr{M}$	Significado
Ω	Universo de objetos (de una clase cualquiera)
$\mathbb{P}$	Familia de predicados
$\mathscr{SA}$	Sentido ascendente [*purport*]††
$\mathscr{R}$	Referencia
S	Conjunto de enunciados (proposiciones)
$\mathscr{S}$	Sentido
$\mathscr{S}ig$	Significación
T	Teoría (sistema hipotético-deductivo)
$\mathscr{V}$	Función valor de verdad

† Traducido en otros trabajos del autor como «importe». [*N. del T.*]
†† Traducido en otros trabajos del autor como «soporte». [*N. del T.*]

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:21 Página 23

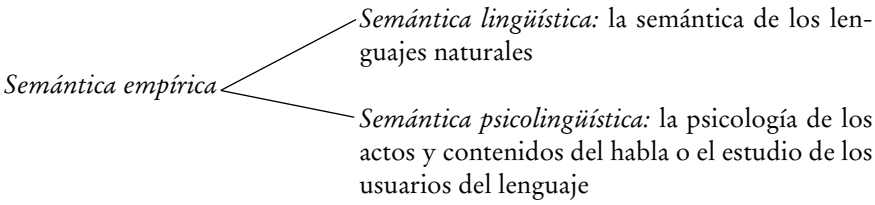
Introducción

En esta Introducción esbozaremos un perfil de nuestro campo de investigación. Ello es necesario porque la semántica se confunde demasiado a menudo con la lexicografía y, en consecuencia, se la deja de lado por considerársela trivial. Otras veces, en cambio, se la menosprecia por ocuparse de personajes supuestamente oscuros, tales como el significado, y otros supuestamente difuntos, como la verdad. Más aún, nuestro interés particular, la semántica de la ciencia, es un campo novedoso –por lo menos como cuerpo sistemático– y, por lo tanto, necesita una presentación.

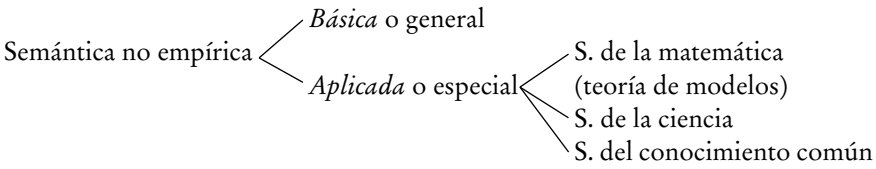
1. Objetivo

La semántica es el campo de investigación que se interesa principalmente por el significado y la verdad. Puede ser empírica o no empírica. Cuando se ocupa de objetos concretos, tales como una comunidad de hablantes, la semántica intenta solucionar problemas atingentes a ciertos hechos lingüísticos, como por ejemplo desvelar el código de interpretación inherente al lenguaje o explicar la capacidad o incapacidad del hablante para proferir y comprender nuevos enunciados del lenguaje. Este tipo de semántica será, por ende, tanto teórico como experimental: será una rama de lo que solía llamarse «ciencias del comportamiento». Tomando como referencia a Chomsky y Miller (1963), podemos decir que, en lugar de ser una disciplina autónoma y bien integrada, este tipo de se-

mántica es la unión de dos campos: un capítulo de la lingüística y otro de la psicología:



Si se ocupa, en cambio, de objetos conceptuales como las estructuras matemáticas o las hipótesis científicas, la semántica se mantiene no empírica, en el sentido de que no hace uso directo de la observación y la medición para poner a prueba sus conjeturas y modelos; y es que no necesita hacerlo, porque esta clase de semántica no describe ni predice hechos. En otras palabras, la semántica no empírica se interesa no solo por los elementos lingüísticos, sino también y principalmente por los constructos que algunos de esos ítems representan, así como por sus consiguientes relaciones con el mundo real. (Más sobre los constructos en el Capítulo 1, Sección 1.2.) De tal modo, esta rama de la semántica está más cerca de la teoría del conocimiento que de la teoría del lenguaje. (Echaremos un vistazo a este punto en el Capítulo 10, Sección 3.) Más aún, so pena de resultar inútil, la semántica no empírica debe dar razón de nuestra experiencia con los objetos conceptuales, por lo que deberá ser indirectamente empírica. De manera particular, debe interesarse por nuestras experiencias de interpretar símbolos conceptuales, dilucidar el sentido de los constructos, averiguar cuáles son sus referentes y estimar sus valores de verdad. Más aún, el modo en que realiza estas tareas debe ser la prueba suprema de esta rama de la semántica: una teoría semántica que no es adecuada a la matemática ni a la ciencia ni al conocimiento común no tiene justificación. Concebida de esta manera, la semántica no empírica puede dividirse de este modo:



Este libro solo se ocupa de un fragmento de la semántica no empírica y no trata en absoluto la semántica empírica. El filósofo, en cuanto tal, no tiene competencia para abordar problemas de semántica empírica: lo mejor que puede hacer es estudiarla con la esperanza de poner al descubierto la metodología y la filosofía de la lingüística y la psicolingüística científicas. Desde luego, ocasionalmente los filósofos pueden hacer preguntas agudas y, con menor frecuencia, proponer ideas valiosas en este o en cualquier otro campo. Pero como tal, el filósofo no estará capacitado para desarrollar esas ideas en forma de teorías propiamente dichas (es decir, teorías de lingüística matemática) ni para diseñar experimentos a fin de poner a prueba tales teorías. El filósofo, en cuanto tal, es un aficionado tanto en lingüística y psicología como en física y biología. Pero puede ser un semantista filosófico profesional.

Nos ocuparemos exclusivamente de la semántica no empírica, es decir de problemas semánticos que no pueden ser investigados con medios empíricos, porque no tratan de elementos fácticos sino, a lo sumo, de ciertas características de nuestro conocimiento sobre tales objetos. En particular, no estudiaremos la apabullante diversidad de conceptos designados por el ambiguo término 'significado' (véase Schaff, 1962; Cohen, 1966; Hill, 1971). En lugar de ello, nos ceñiremos al concepto semántico de significado, vale decir el sentido y la referencia de los predicados, las proposiciones y las teorías. En particular, no investigaremos el proceso mediante el cual un organismo atribuye un significado a un signo: consideramos que el concepto pragmático de significado es asunto de la psicolingüística (véase Osgood *et al*., 1957; Luria, 1969), los antropólogos y los historiadores. De manera similar, nos interesan los conceptos semánticos de verdad antes que los conceptos psicológicos de verdad personal, fortaleza de las creencias, credibilidad, etc. Nuestra elección no supone un rechazo de la semántica o la pragmática empíricas: se trata solamente de una limitación deliberada del ámbito de nuestra indagación, ergo, de una elección metodológica.

Una restricción más del alcance de nuestra investigación será la que sigue. Prestaremos especial atención a la *semántica de las ciencias fácticas*, una de las tres ramas de la semántica aplicada o especial que hemos identificado previamente. Vale decir, nuestra indagación se centrará en las nociones de referencia fáctica, sentido fáctico y verdad fáctica, que son pertinentes para el conocimiento científico. La finalidad última de nuestra investigación es conseguir para estas nociones lo que la teoría

de modelos ya ha conseguido para los conceptos de satisfacción, verdad formal, consecuencia y extensión, sin la esperanza, empero, de lograr la nitidez que caracteriza a la teoría de modelos. [Respecto de la semántica de la lógica, véase van Fraassen (1971); en relación con la semántica de la matemática, consúltese Robinson (1963) o Bell y Slomson (1969).]

En el camino hacia nuestro objetivo, intentaremos ser tanto sistemáticos como pertinentes para la ciencia real. Por usar una expresión antipática: haremos nuestro mejor esfuerzo para evitar los dos principales defectos de los que adolece la mayoría de los enfoques y las teorías en semántica básica. Estos problemas consisten en la falta de sistemas abarcadores en los cuales *todos* los conceptos semánticos estén conectados y, de ese modo, se iluminen unos a otros, así como en la *falta de pertinencia* de tales enfoques para los problemas semánticos que surgen en la ciencia actual. Intentaremos darles un tratamiento bastante preciso, pero si tenemos que escoger entre una idea fructífera, por un lado, y un formalismo riguroso pero inútil, por otro, preferiremos la primera. Y es que, como bien saben los cuclillos y los físicos, si dado un huevo fecundado, siempre habrá un ave dispuesta a empollarlo.

Puesto que nuestro sistema semántico es francamente heterodoxo, no debería estimarse la medida de su éxito por su acuerdo con las concepciones existentes. Eso mismo debería hacerse, en cambio, mediante su capacidad para (*a*) clarificar y codificar ideas que, hasta el momento, eran oscuras o estaban aisladas, (*b*) realizar análisis semánticos adecuados de fragmentos de ciencia fáctica actual y (*c*) ayudar en la reconstrucción sistemática (axiomática) de las teorías existentes en las ciencias fácticas.

2. Método

Dado que nuestro principal interés será la semántica de las teorías científicas, consideraremos nuestra investigación mayormente metateórica. Ahora bien, toda metateoría está expresada en un metalenguaje que nos permite expresar ciertos enunciados acerca de elementos que aparecen en el lenguaje (objeto) utilizado para expresar las proposiciones de la teoría objeto. En el curso de nuestra indagación utilizaremos un metalenguaje tan rico como sea necesario, ya que nuestra finalidad consiste en dejar hechas unas pocas cosas, antes que en economizar. Utilizaremos

cualquier herramienta que pueda parecer promisoria para conseguir exactitud, unidad y claridad. En particular, usaremos la teoría elemental de conjuntos, unas pocas teorías algebraicas y una pizca de topología. [Para un soberbio resumen sobre la matemática que necesita el filósofo exacto, véase Hartnett (1963, 1970)]. En este sentido, nuestra semántica se ubicará en la línea de las semánticas de Tarski y de Carnap. Difiere de ellas (*a*) en su *objeto*, constituido por la ciencia fáctica en lugar de la matemática, (*b*) en sus *fundamentos filosóficos*, que son realistas en vez de nominalistas, empiristas o fregeanos y (*c*) en su *grado de formalización*, que es menor. Mientras que las primeras dos diferencias resultan claras, la tercera merece una breve explicación.

Aunque bastante formal y sistemática, nuestra exposición no será formalizada en el sentido metamatemático de la palabra. En particular, no especificaremos previamente nuestro metalenguaje, en parte porque cualquier especificación de esta índole impone una limitación, a menudo insospechada, acerca de los conceptos y proposiciones que pueden expresarse en ese lenguaje. Y no nos interesan esas limitaciones, especialmente cuando no está claro cuáles son. Por ejemplo, deseamos poder hablar de conjunciones y disyunciones infinitas, tales como los enunciados legales, y aun de conjuntos no numerables de proposiciones, tales como las fórmulas que representan las posiciones sucesivas de una partícula a lo largo del tiempo. Descartar estos constructos únicamente porque exceden las posibilidades de la lógica finitaria no sería prudente; intentar hallar en cada caso qué teoría lógica justifica esos constructos sería ir más allá del alcance de este trabajo. Daremos por supuesto que, dado un concepto matemático o científico útil, existe una rama de la lógica en la que puede acomodarse.

Tal como se ha dicho anteriormente, supondremos que la lógica y la matemática son suficientes para desvelar la forma y la estructura de todo constructo. También supondremos que ambas herramientas son necesarias para construir teorías cuyo fin sea dilucidar y sistematizar los conceptos semánticos de referencia fáctica, sentido fáctico y verdad fáctica. Pero, desde luego, no afirmaremos que la lógica, la matemática y las teorías semánticas elaboradas con ayuda de estos instrumentos basten para revelar la sintaxis y la semántica de cada constructo científico en particular, no más de lo que la geometría basta para triangular el universo. Con todo, una combinación de lógica, matemática, semántica y conocimiento sustantivo puede resolver el problema de desvelar el formalismo

y la semántica de una teoría científica. En todo caso, nada más lo ha conseguido, por lo que bien vale el intento.

Los supuestos antes mencionados acerca del papel de la lógica y la matemática en la construcción de teorías filosóficas, tales como la semántica, caracterizan lo que puede llamarse *filosofía exacta* (véase Bunge, ed., 1973a). Probablemente los filósofos de pensamiento tradicional objeten estos supuestos. Pero también los progresistas pueden dudar de ellos. Un caso pertinente es la noción de sentido (intensión, connotación o contenido), una de las preferidas por los conservadores, así como la *bête noire* de los progresistas porque, supuestamente, resulta inexpugnable a la matematización. Responderemos a las objeciones proponiendo una teoría matemática del sentido o, mejor dicho, tres de estas teorías, una para cada componente del sentido de un constructo (Capítulos 4 y 5). Si estas teorías particulares no consiguieran su objetivo, otras podrían tomar su lugar: los enfoques y los programas mueren únicamente si nadie trabaja en ellos. Después de todo, hasta hace alrededor de un siglo, las ideas más simples, como las de "mucho" y "clase", eran consideradas típicamente no matemáticas y, en consecuencia, oscuras. En todo caso, una lista de dificultades y fracasos no constituye una filosofía.

Los filósofos del lenguaje ordinario y los filósofos hermenéuticos se quejarán de que nuestro método se ha extraviado, puesto que la lógica y la matemática son incapaces de distinguir las sutilezas estructurales del lenguaje ordinario (¿cuáles, por favor?). Y, si son listos, marcarán un tanto o dos, ya sea porque la locución en cuestión aún no ha sido domesticada o porque los matemáticos todavía no le han prestado adecuada atención. Con oportunidad y motivación, los matemáticos abordarán todo problema de forma: después de todo, ese es su campo de investigación.

Lo que vale para el análisis de la forma, vale también para el análisis del significado. De tal modo, a primera vista parecería que 'o' e 'y' no son conmutativas en el lenguaje ordinario, que su ubicación tiene como consecuencia una diferencia de significado. Si así fuera, la lógica habría pecado de una grosera supersimplificación que la haría incapaz de analizar el lenguaje ordinario. Ejemplo:

⌈Deberías estudiar, además de jugar⌉. (1)

no significa lo mismo que

⌈Deberías jugar, además de estudiar⌉. (2)

Estos enunciados son obviamente diferentes. Con todo, su estructura manifiesta, a saber e & j y j & e, es la misma. Ahora bien, 'manifiesta' significa "superficial". Hay supuestos ocultos (presuposiciones) que deben ser sacados a la luz. En el caso de (1), la presuposición es que el interlocutor, del que se supone que estudia, está dejando de lado sus estudios, en tanto que en el caso de (2), la presuposición es que está estudiando y dejando de lado el juego. Por ende, las siguientes serían formalizaciones más adecuadas:

(1) = $\neg e$ & j & Obl (e & j)
(2) = e & $\neg j$ & Obl (e & j) $\neq$ (1),

donde '*Obl*' simboliza el operador deóntico "debe", del cual se ocupa la lógica deóntica.

Conclusión: Con el análisis del significado ocurre lo mismo que con el análisis de la estructura: si llevamos nuestro análisis lo bastante lejos no es preciso dejar ninguna sombra genuina de significado sin iluminar. La profundidad resultante de nuestro análisis dependerá de la potencia de las herramientas analíticas que hayamos empleado. Lo que vale para la forma lógica y el significado vale también para los problemas filosóficos en general: si son genuinos, pueden y deben ser abordados de manera exacta. Aún cuando algunos filósofos exactos puedan carecer del *esprit de finesse*† que caracteriza a algunos filósofos inexactos, los problemas que estos descubren solo pueden ser resueltos con una pizca de *esprit de géométrie*.††

Un comentario final acerca del método. Nos ocuparemos todo el tiempo de las teorías y sus componentes, vale decir de enunciados (o designata de oraciones declarativas). En consecuencia, no necesitamos investigar constructos no aléticos como los problemas (expresados mediante preguntas y órdenes) y las normas (expresadas por imperativos). En principio, estas y otras frases no declarativas pueden tratarse mediante uno de dos métodos: el directo y el indirecto. El procedimiento *directo* consiste en tomar al toro por los cuernos y construir teorías (por ejemplo, sistemas de lógica deóntica y de lógica erotética) que legalicen,

† En francés en el original. [*N. del T.*]
†† En francés en el original. [*N. del T.*]

codifiquen y, de tal modo, descarten algunas de nuestras ideas ingenuas sobre el tema. El método *indirecto* consiste en transformar el problema traduciendo la oración no declarativa a una oración declarativa, vale decir en despojar a la frase original de sus aderezos pragmáticos. Por ejemplo, '¡Corre!' puede transformarse en 'Se ordena al sujeto que corra' y '¿Dónde está *x*? en 'La cuestión es localizar a *x*'. El problema de si toda oración no declarativa tiene un «prototipo declarativo» (Marhenke, 1950) o un «contenido proposicional» (Searle, 1969) parece abierto, pero no afecta nuestra empresa. No necesitamos asumir compromiso alguno sobre este asunto y tampoco necesitamos adherirnos a ninguno de estos métodos puesto que, como se ha mencionado anteriormente, las teorías científicas –nuestros principales analysanda– solo contienen enunciados: únicamente el proceso de investigación que lleva a las teorías y parte de ellas involucra preguntas, normas, promesas, amenazas, etc. Sin embargo, nuestros resultados acerca de la referencia, el sentido y la verdad, pueden aplicarse a los constructos no aléticos, a condición de que estos puedan traducirse a, o transformarse en, sus equivalentes aléticos. De este modo, podemos hablar del significado de problemas y normas o del significado de preguntas y órdenes. En otras palabras, adoptaremos el siguiente principio: *si un constructo posee un equivalente alético, entonces la semántica del primero (aunque no su pragmática) es igual a la semántica del segundo*.

Una vez bosquejados la finalidad y el método de nuestra empresa, nos diponemos a despegar.

Capítulo 1

Designación

El objetivo de este capítulo es caracterizar el más fundamental de todos los conceptos semánticos, el de designación. Este concepto aparece en enunciados tales como ⌜El signo *x* designa el concepto (o la proposición) *y*⌝. Puesto que los signos significativos, son miembros de algún sistema de comunicación, debemos comenzar por definir la noción de sistema de comunicación y, en particular, la de lenguaje conceptual, vale decir un lenguaje capaz de expresar proposiciones. Pero esto requerirá una clarificación de la propia naturaleza y estatus de los conceptos y las proposiciones. Lo que, a su vez, nos llevará a discutir algunos de los fundamentos y ramificaciones filosóficas de nuestra empresa porque, si bien se trata de una disciplina distinta, la semántica filosófica no está aislada.

1. Símbolo e idea

1.1. Lenguaje

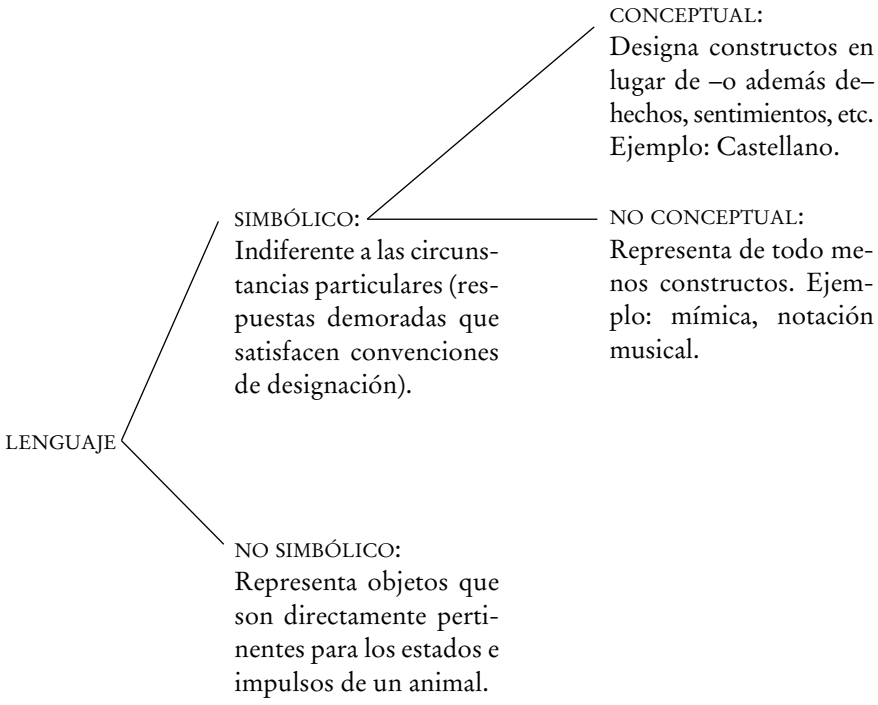
Un signo artificial, ya sea escrito, proferido o bajo cualquier otra forma, es un objeto físico, una cosa o un proceso que experimenta una cosa. Pero, desde luego, se trata de un objeto muy especial, a saber uno que

(i) *representa* otro objeto (físico o conceptual) o es parte de un objeto que lo representa,

(ii) pertenece a un *sistema de signos* (= lenguaje), dentro del cual puede concatenarse con otros signos para producir más signos, tal que la totalidad del sistema sea utilizada para

(iii) la *comunicación* o transmisión de información acerca del estado de las cosas, de ideas, etc.

No es necesario que algo esté escrito o sea proferido para poder llamarlo signo: los signos utilizados por las abejas y los simios satisfacen todas las condiciones precedentes. En consecuencia, un lenguaje no necesariamente tiene que ser simbólico (o sea, involucrar convenciones) y mucho menos conceptual. Todo *sistema de señales codificadas utilizado para fines de comunicación* cumple las condiciones para ser considerado lenguaje. Más aún, la codificación y decodificación no necesita ir acompañada de comprensión: puede ser automática, algo que ocurre frecuentemente en el caso de los humanos. En todo caso, es posible la siguiente partición de los lenguajes.



Aquí solo nos interesaremos por los lenguajes simbólicos: el estudio de nuestros diversos sistemas de gruñidos, gañidos, chillidos y ges-

tos es propio de la psicología. (Más aún, no estamos interesados en los símbolos particulares, sino en las clases de equivalencia de esos símbolos: la lingüística se interesa por la forma de la te en lugar de hacerlo por cualquier caso concreto del sonido o de la letra te.) Básicamente, un lenguaje simbólico es un conjunto de símbolos básicos (el alfabeto), los cuales pueden concatenarse para formar sartas. Un dispositivo de formación selecciona el subconjunto de expresiones o fórmulas bien formadas, las cuales a su vez designan ciertos objetos. Y un dispositivo de transformación convierte ciertas expresiones en otras. Más precisamente, adoptaremos la siguiente caracterización de la estructura global de un lenguaje simbólico finitario (sea conceptual o no):

DEFINICIÓN 1.1 Una séptupla $\mathscr{L}_K = \langle \Sigma, \Box, °, \phi, \tau, \Omega, \Delta \rangle$ –en la que K, Σ y Ω son conjuntos, $\Box$ es un elemento distinguido de Σ, ° es una operación sobre Σ, ϕ y τ son familias de aplicaciones y Δ es una función– se llama *lenguaje simbólico* (finitario) para sistemas de comunicación del tipo K sii†

(i) Σ, el alfabeto de $\mathscr{L}_K$, es numerable y todo elemento de Σ es un símbolo que todo miembro de la clase K de cosas puede emitir o recibir;

(ii) la estructura $\langle \Sigma^*, \Box, ° \rangle$, donde Σ^* es el conjunto de concatenaciones (sartas) finitas de elementos de Σ, es el monoide libre generado por Σ, con elemento identidad (neutral) $\Box$ (el *espacio*);

(iii) ϕ, el dispositivo de formación, es una colección de aplicaciones de las n-tuplas de sartas de $(\Sigma^*)^n$ en el subconjunto Σ^{**} de Σ^* (las *expresiones* o *proferimientos completos* o *fbf** de $\mathscr{L}_K$);

(iv) τ, el dispositivo de transformación, es una colección de aplicaciones de las n-tuplas de las fbf†† de $(\Sigma^{**})^n$ en Σ^{**};

(v) todo elemento del conjunto Ω de *objetos* está asociado a (o evoca) un estado definido de un miembro arbitrario del conjunto K de usuarios de $\mathscr{L}_K$ (pero no a la inversa: algunos estados de todos los usuarios corresponden a objetos que no son miembros de Ω);

(vi) Δ, la función *codificadora* (o aplicación de *interpretación*) de $\mathscr{L}_K$ es una función de muchos a uno, que va de las expresiones en Σ^{**} a la familia $P(\Omega)$ de todos los subconjuntos de Ω (es decir Δ asigna cierta clase de objetos a cada proferimiento completo, por ejemplo, a una frase).

† Acrónimo del conectivo lógico bicondicional "si y solo si" [*N. del T.*]

†† Acrónimo de "fórmula bien formada". [*N. del T.*]

De modo más explícito, la membrecía† de Σ es la totalidad de las señales básicas (atómicas) o letras, lo que incluye la no señal □. Estas señales se concatenan de manera asociativa para formar el conjunto de sartas (tanto bien formadas como mal formadas) Σ^*. Por ejemplo, si a y b pertecen a Σ, entonces $a \circ (b \circ \square) = a \circ b$ –lo que puede no ser lo mismo que $b \circ a$– es un miembro de Σ^*, aunque no necesariamente de Σ^{**}. Las aplicaciones de ϕ seleccionan esas sartas (concatenaciones finitas) que se consideran expresiones correctas (o fórmulas bien formadas) de $\mathscr{L}_K$, o sea los elementos de Σ^{**}. Por ejemplo, una de las funciones de ϕ será aquella que transforme el par $\langle (x), Px \rangle$, que pertenece a $(\Sigma^*)^2$, en la expresión $(x)\ Px$, que pertenece a Σ^{**}. (Puesto que Σ^* es numerable, aunque infinito, también lo es Σ^{**}. En otras palabras, el lenguaje que estamos describiendo contiene solo una infinidad contable de enunciados. Se trata de una grave limitación, pero aquí no es necesario que nos preocupemos por ella, dado que no tendrá consecuencias para nuestro trabajo futuro.) Hasta el momento hemos visto las ideas fundamentales de la *sintaxis* de un lenguaje. [Sobre la lingüística matemática véase, por ejemplo, Chomsky y Miller (1963), Chomsky (1963), Ginsburg (1966), Marcus (1967), Arbib (1968) o Harris (1968), cada uno con una posición diferente.] Estas ideas básicas nos permiten definir diversas nociones derivadas útiles, entre las cuales están las dos que siguen.

DEFINICIÓN 1.2 Sea Σ^* el conjunto de sartas de un lenguaje $\mathscr{L}_K$. Si x e y pertenecen a Σ^*, entonces x es *parte* de y sii hay dos sartas w y z en Σ^*, tales que $w \circ x \circ z = y$.

Esta relación parte-todo es reflexiva, antisimétrica y transitiva, tal como debería serlo. Si x fuese un segmento inicial (o final) de y, entonces consideraríamos a w (o z) como el espacio □. Necesitaremos este concepto en la Sección 2.1.

DEFINICIÓN 1.3 Sea Σ^* el conjunto de sartas de un lenguaje simbólico $\mathscr{L}_K$. La *longitud* de un miembro x de Σ^* es el número de signos básicos (contando las repeticiones) que son parte de x.

(Adviértase la diferencia entre la longitud de una expresión y la complejidad del correspondiente constructo, si lo hay. Cualquier constructo dado puede expresarse mediante diversas sartas de longitud variable.

† También se lo puede encontrar como 'membresía'. [*N. del T.*]

Más sobre la diferencia entre los constructos y sus envolturas lingüísticas en la Sección 1.2.)

Hasta aquí llegamos con la sintaxis de $\mathscr{L}_K$. Su *semántica* está dada por la adición, a esa sintaxis, de un conjunto Ω de objetos y una función codificadora Δ. Esta función asocia cada expresión de Σ^{**} con una colección de objetos (que puede tener un único miembro) a la que se llama el *denotatum* de la expresión correspondiente. Por ejemplo, en aritmética tenemos, entre otras, a Δ: Numerales → Números. La función Δ es de muchos a uno: toda colección de objetos puede llamarse de diversas maneras. Los objetos en cuestión pueden ser físicos (ocasionalmente, otros signos) o conceptuales. Un lenguaje en particular se especifica mediante la determinación no solo de su sintaxis (básicamente, de su vocabulario Σ y su gramática $\gamma = \langle \phi, \tau \rangle$, sino también de su semántica, básicamente de sus *denotata* Ω y su función codificadora Δ. En tanto que la primera decreta qué sartas están bien formadas, la segunda decide cuáles de ellas están bien informadas.

Advertencia: la *semántica de un lenguaje* se confunde a veces con la *teoría* semántica (por ejemplo, Katz y Fodor, 1963). La primera es una parte esencial de un lenguaje: grosso modo, consiste en su diccionario, o sea en la función codificadora Δ: $\Sigma^{**} \rightarrow \mathscr{P}(\Omega)$. En cambio, una *teoría* semántica es un sistema hipotético-deductivo formulado en cierto lenguaje y tiene por objeto la clarificación de conceptos semánticos. En otras palabras, en tanto que la semántica de un lenguaje se reduce a su diccionario, una teoría semántica puede involucrar una teoría acerca de los diccionarios, pero no se supone que contenga ningún diccionario en particular. De modo semejante, una teoría sobre los enlaces químicos no contiene una lista de compuestos químicos, sino que permite explicar y predecir su formación. [Para más críticas de la concepción Katz-Fodor, véase Bar-Hillel (1970).] Y hasta aquí llegaremos porque, de todos modos, no hay ninguna teoría semántica viable de los lenguajes naturales.

Se ha puesto de moda incluir, en la semántica de un lenguaje, las condiciones en las cuales ciertas expresiones de ese lenguaje (sus oraciones) son verdaderas, o sea sus *condiciones de verdad*. No adoptaremos esta práctica por las siguientes razones. Primero, porque atribuiremos valores de verdad a (algunas de) las proposiciones, en lugar de hacerlo con sus expresiones lingüísticas (oraciones). Segundo y más importante, porque la proposición y discusión de las condiciones o criterios de ver-

dad es una tarea propia de las ciencias especiales y no de una teoría general del lenguaje. Un lenguaje debe ser lo bastante rico y neutral como para permitir expresar un sinnúmero de condiciones de verdad mutuamente incompatibles. Lo que la semántica sí puede hacer es estudiar el concepto general de condición de verdad, siempre y cuando lo haga sirviéndose de la experiencia obtenida en la ciencia, en lugar de legislar a priori. (Más sobre esto en el Capítulo 8, Sección 2.4). Hasta aquí llegamos con la semántica de un lenguaje.

Una especificación más completa de un lenguaje $\mathscr{L}_K$ debe incluir su *pragmática*. La pragmática de $\mathscr{L}_K$ puede interpretarse como una aplicación Π_K del conjunto Σ^* de expresiones (tanto sensatas como insensatas) en un conjunto de elementos conductuales de los miembros de *K*, los usuarios de $\mathscr{L}_K$. Con todo, puesto que la determinación efectiva de esa función Π_K es un tema para la investigación empírica, aquí no nos ocuparemos de la pragmática. (Es cierto, ha habido intentos de construir sistemas de pragmática a priori, por medio de la abstracción de las circunstancias de los lenguajes concretos, en particular, de la constitución física y social de los usuarios del lenguaje. Sin embargo, desde el punto de vista metodológico, estos intentos están tan extraviados como cualquier otro enfoque apriorístico respecto de cuestiones empíricas.) Otra razón para dejar la pragmática fuera de nuestro estudio es que, con permiso de Putnam (1970), la pragmática presupone la semántica, en el sentido de que antes de investigar lo que quiere decir la persona *x* con la expresión *y*, o cómo usa el concepto de verdad la persona *z*, se deben tener razonablemente claros los conceptos semánticos de significado y verdad, de la misma manera que un físico se cerciora de que comprende el concepto de peso atómico antes de proceder a medir pesos atómicos. Más sobre esto en el Capítulo 10, Sección 3.4.

Aquí finalizamos nuestra apresurada caracterización del concepto de lenguaje. Daremos el lenguaje por sentado y lo dejaremos en manos competentes, las de los lingüistas, psicolingüistas, sociolingüistas y lingüistas históricos. Nuestro interés consiste en lo que puede decirse mediante lenguajes de una clase especial, a saber los lenguajes conceptuales. Vale decir, estamos interesados en seguir la flecha de Δ.

1.2. Constructo

A partir de aquí limitaremos nuestra atención a los *lenguajes simbólicos*, que son los empleados en la matemática, la ciencia y la filosofía. Adelantándonos a la definición formal que ofreceremos en la Sección 2.2, podemos decir que lo que caracteriza a un lenguaje simbólico es que algunas de sus expresiones simbolizan ideas. Si nos abstraemos de la ideación, que es un proceso concreto del cerebro, y también de la comunicación, que es un proceso físico y social concreto, obtenemos *constructos*: conceptos (en particular, predicados), proposiciones y cuerpos de proposiciones, por ejemplo, teorías. A diferencia de la psicología cognitiva, la psicolingüística y la pragmática, todas ellas interesadas en gente real ocupada en pensar o comunicarse, la semántica filosófica se abstrae de las personas y, por ello, no se ocupa de la comunicación. (Algo que, de hecho, tampoco hace la lingüística matemática.) La semántica filosófica maneja los constructos *como si* fueran autónomos, vale decir ideas platónicas, sin suponer, sin embargo, que estas *existen*.

La existencia de los constructos puede considerarse una invención comparable a las infinitas ondas planas y el autosuficiente lobo estepario: los tres son ficciones. (Véase Vaihinger, 1920; Henkin, 1953.) En cada caso, la cosa real es mucho más compleja, pero si deseamos teorizar, tenemos que comenzar por construir modelos más o menos superficiales: una vez que el proceso de modelado se encuentra en marcha, podemos contemplar su complicación y articulación. En todo caso, acordaremos que un lenguaje simbólico es un lenguaje adecuado para expresar constructos de algún tipo, por ejemplo, teorías biológicas. Más aún, supondremos que las principales categorías lingüísticas *corresponden* (pero no son idénticas) a las categorías conceptuales: (algunos) términos corresponden a conceptos, (algunas) oraciones a proposiciones, ciertos fragmentos de lenguajes a teorías (cf. Kneale, 1972). Véase la Tabla 1.1., que resume la anterior caracterización informal de las relaciones signo-constructo.

[Adviértase que no utilizamos la noción de categoría semántica (*Bedeutungskategorie*) ofrecida por E. Husserl y elaborada por S. Leśniewski y K. Ajdukiewicz. No nos presta ninguna ayuda, porque se supone que una categoría semántica, tal como un nombre o una oración, está «definida por su significado» (Ajdukiewicz, 1935) y ninguno de estos autores tiene una teoría del significado para ofrecernos. En todo caso,

sus categorías semánticas son, en realidad, categorías sintácticas y la dilucidación de este concepto es un problema de la lingüística teórica, no de la semántica filosófica. Aquí daremos por sentados los lenguajes y la lingüística.]

TABLA 1.1
Categorías lingüísticas y categorías conceptuales

Categoría lingüística		Categoría conceptual	
		Variable	Constante
Término	Nombre individual	Individuo no especificado *x*. Paradigma: miembro arbitrario de un conjunto.	Individuo especificado *c* o concepto individual. Paradigma: "3"
	Nombre de clase	Conjunto no especificado *X*. Paradigma: conjunto abstracto.	Conjunto especificado («concreto»). Ej.: el conjunto de los electrones.
	Símbolo de predicado	Predicado no especificado *X*. Paradigma: predicado arbitrario.	Predicado especificado *P*. Ej.: un concepto de presión.
Expresión	Frase	Esquema de descripción definida. Ej.: "El cubo de *n*".	Descripción definida. Ej.: "El cubo de 2".
	Enunciado	Esquema de enunciado. (función proposicional). Paradigma: *Px*, *Xa*, *Xy*.	Enunciado especificado. Ej.: "Los lobos no hacen la guerra".
	Lenguaje	Teoría abstracta. Paradigma: álgebra booleano.	Teoría especificada (= teoría de un modelo). Paradigma: aritmética.

El constructo unitario es el *concepto*. El concepto de concepto no se puede definir sin circularidad, pero puede caracterizarse de diversas maneras. Desde el punto de vista de la lógica, los conceptos son los ladri-

llos de un enunciado. (O al revés: las proposiciones son ciertos compuestos de conceptos.) *Ejemplo 1* Los tres componentes del enunciado ⌈3 > 2⌉ son conceptos. *Ejemplo 2* Cada uno de los componentes (coordenadas) de la estructura relacional "⟨*N*, +, 0⟩", en la cual '*N*' designa el conjunto de los números naturales, es un concepto, así como también lo es la estructura como totalidad. *Ejemplo 3* Todo símbolo de la fórmula de Newton para la fuerza gravitatoria designa un concepto y la fórmula, como totalidad, designa una proposición (la cual, a su vez, representa una pauta estable objetiva).

Podemos distinguir dos clases de conceptos: individuales, tales como "Marte" y colectivos, tales como "planeta". Estos últimos, o sea los conceptos de clase, se llaman habitualmente *predicados*. Los predicados pueden ser unitarios como "largo", binarios como "más largo que", ternarios como "*a* es *b* veces más largo que *c*" y así sucesivamente. Centrémonos en los predicados por un momento.

1.3. Predicado

Analizaremos el concepto de predicado con la ayuda del concepto matemático de función. Una *función f* es una correspondencia entre dos conjuntos *A* y *B*, tal que para todo miembro *x* de *A*, haya un único elemento *y* de *B*. La correspondencia se escribe '*f*: $A \rightarrow B$', donde *A* se llama *dominio* y *B recorrido* de *f*. El valor que asume *f* en $x \in A$ se designa por medio de $f(x)$, el cual es, a su vez, un elemento *y* de *B*. O sea, $f(x) = y$. Esto es lo esencial del concepto general de función.

Estamos interesados en un tipo particular de funciones: las funciones proposicionales. Una *función proposicional P* es una función cuyos valores son proposiciones. Es decir, una función proposicional (o predicado) es una función que relaciona individuos con enunciados. De tal modo, "vive" ("está vivo") puede considerarse una aplicación *V* de un conjunto *D* de objetos, tal que, para un individuo *c* contenido en *D*, $V(c)$ sea la proposición "*c* está vivo". En forma abreviada, $V: D \rightarrow S$, donde el dominio *D* es, en este caso, el conjunto de organismos y *S* un conjunto de enunciados, a saber la clase de proposiciones en las cuales aparece el concepto *V*. De modo similar, "se disuelve" puede analizarse como una función que relaciona el conjunto de pares ordenados ⟨solvente, soluto⟩ con un conjunto de enunciados. En general, un predicado (o función propo-

sicional) de *rango* (u orden) n, en el que n es un entero mayor que cero, se analizará como una función

$$P: A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n \rightarrow S$$

en la cual cada A_i, para $1 \leq i \leq n$, es un conjunto de objetos, S es una clase de enunciados (proposiciones) y la cruz representa el producto cartesiano de los conjuntos de objetos involucrados. En palabras simples: un predicado de rango n es aquel que combina n objetos, digamos $x_1, x_2, \ldots, x_n$ no necesariamente reales ni necesariamente distintos unos de otros, para producir algo diferente, a saber $Px_1, x_2, \ldots, x_n$, llamado *enunciado* o *proposición* y que constituye el valor de P en el punto $\langle x_1, x_2, \ldots, x_n \rangle$. Más aún, dada una función arbitraria $f: A \rightarrow B$ se considerará que el predicado correspondiente es la función proposicional

$$P: A \times B \rightarrow S \text{ tal que } Pxy = [f(x) = y] \text{ para } x \in A, y \in B.$$

El análisis anterior de los predicados como funciones se aplica a predicados atómicos, es decir simples desde el punto de vista lógico, tales como "entre". Puesto que hemos considerado a los predicados atómicos como funciones, debemos construir los predicados complejos (moleculares) respetando las reglas de formación de funciones complejas a partir de funciones más simples. Así, del mismo modo en que la suma y el producto de dos funciones solo son definibles en su dominio común, *la disyunción y la conjunción de dos predicados deben definirse en su superposición*, siempre y cuando esta no sea vacía. De otro modo, el símbolo de predicado no simbolizaría un predicado genuino: sería un signo sin sentido. En resumen, estipularemos que si P y Q son predicados con un dominio común $D = A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n$, entonces

$$\neg P: D \rightarrow S \text{ tal que } (\neg P)\, x_1, x_2, \ldots, x_n = \neg(Px_1, x_2, \ldots, x_n)$$
$$P \circ Q: D \rightarrow S \text{ tal que } (P \circ Q)\, x_1, x_2, \ldots, x_n = Px_1, x_2, \ldots, x_n \circ Q\, x_1, x_2, \ldots, x_n$$

donde $x_i \in A_i$, para $1 \leq i \leq n$ y $\circ$ es un conectivo binario arbitrario, por ejemplo "&" o "$\Leftrightarrow$". Las ventajas de esta interpretación son múltiples. Primero, es válida para todos los predicados. Segundo, muestra los referentes de un enunciado. Tercero, no requiere el concepto de verdad, por lo que es independiente de cualquier teoría de la verdad en particular.

Cuarto, descarta sin más, por estar mal formados, compuesto tales como 'pensamiento negro' y 'fundiéndose hábilmente a 100º K', porque sus componentes, si bien son predicados *bona fide*, están definidos sobre dominios disjuntos. A estos pseudopredicados no se les puede atribuir ni sentido ni referencia.

Adviértase que nuestra interpretación de los predicados difiere de la interpretación de Frege de los predicados como funciones que relacionan individuos con valores de verdad. [Recuérdese Frege (1891), en Angelelli (1967) p. 133: «*ein Begriff ist eine Function, deren Wert immer ein Wahrheitswert ist*».]† Dicho en la jerga matemática contemporánea, Frege identifica un predicado F con la función característica χ_D del dominio D de F. En forma resumida, estipula que $F = \chi_D: D \rightarrow \{0,1\} \rightarrow F = \chi_D: S \rightarrow \rightarrow \{0,1\}$, donde $D \subseteq S$. Pero entonces no puede distinguir entre los diferentes predicados que tienen el mismo dominio, porque solo hay una función característica para cada conjunto. En consecuencia, la interpretación de los predicados de Frege es inaceptable. Además, es inconsistente con su propio (y vacilante) antiextensionalismo e incluye un concepto de verdad no analizado. (Más en el Capítulo 8, Sección 3.6.)

Aceptaremos, en cambio, la concepción de Frege acerca de las proposiciones (a las que a menudo llamaba *Gedanke*, vale decir pensamiento) consideradas como el designatum de una oración declarativa independiente de su formulación particular. (Se trata de una caracterización tosca, no de una definición.) De esta misma manera pensaban Bolzano (1837), el Russell de los *Principia Mathematica* (*PM)* y Church que las proposiciones era distintas de sus contenedores lingüísticos (véase, por ejemplo, Church, 1956). No definiremos el concepto de proposición (o enunciado), sino el de estructura íntegra de un álgebra booleana métrica de proposiciones [sin embargo, no lo haremos hasta el Capítulo 8, Sección 3.2. Por ahora, aclararemos lo que *no* queremos decir con un predicado y sus valores (proposiciones)].

El vano intento de formular definiciones rápidas de "concepto" y "proposición" ha producido un sinnúmero de errores más o menos interesantes. *Primero*: «Un concepto es el *designatum* de un predicado gramatical o símbolo de predicado». Contraejemplos: los signos de predicados artificiales 'torlero' y 'analítico o caliente' no simbolizan concepto alguno. Solo es verdadera la inversa si se la matiza: todo concepto

† «Un concepto es una función cuyo valor es siempre un valor de verdad». [*N. del T.*]

genuino puede ser nombrado o bien descrito por al menos una sarta de algún lenguaje. *Segundo*: «Un concepto es todo lo que posee un sentido (*Begriffsinhalt*)». O, lo que es casi equivalente: «todo aquello que tenga la capacidad de ser el sentido de un sustantivo *x* se llama *concepto de x*» (Church, 1951, p. 11). Innecesario: hay conceptos sin nombre (aunque describibles); considérese la silenciosa mayoría de los números reales y las funciones. También insuficiente: las proposiciones y las teorías también tienen sentido. *Tercero*: «Concepto es todo aquello a lo que puede atribuírsele un referente (*Begriffsgegenstand*)». No necesariamente: los conjuntos son conceptos y, sin embargo, no se refieren a nada. *Cuarto*: «Una proposición es el designatum de una oración». Cerca, pero no lo suficiente: las oraciones absurdas de las canciones de cuna y de algunos escritos filosóficos no expresan ninguna proposición. *Quinto*: «Proposición es todo aquello que es verdadero o falso». No exactamente: un enunciado fáctico que no ha sido puesto a prueba no tiene ningún valor de verdad (véase el Capítulo 8). Decir que tiene un valor de verdad, pero que no sabemos cuál es, es puro platonismo y no nos hace avanzar: la verdad sobre la verdad fáctica es que los valores de verdad son dependientes de la puesta a prueba. (Más en el Capítulo 8.) *Sexto*: «Proposición es todo aquello que satisface el cálculo proposicional». Necesario, pero no suficiente: otros objetos, además de las proposiciones, obedecen la misma álgebra. *Séptimo*: «Proposición es una colección de oraciones sinónimas de un lenguaje» (es decir, una clase de equivalencia de oraciones de un lenguaje respecto de la relación de sinonimia)». Tentadora, pero vacía, puesto que no parece posible ofrecer una descripción puramente lingüística de la sinonimia. De hecho, reconocemos que, por sobre las diferencias lingüísticas, dos enunciados tienen el mismo significado en caso de que designen la misma proposición. Ejemplo: las oraciones diferentes '*p & q*' y '*q & p*' designan la misma proposición. En otras palabras, la equisignificación, una propiedad lingüística, puede reducirse a una propiedad semántica, a saber la identidad de los constructos subyacentes. (Más precisamente, como se argüirá en el Capítulo 7, dos constructos son idénticos en caso de que posean el mismo significado, lo que ocurre si y solo si poseen el mismo sentido y señalan los mismos referentes.)

Hasta aquí llegamos con la clarificación preliminar de "concepto" y "proposición". Pasaremos ahora a la teoría en relación con el lenguaje.

1.4. Teoría y lenguaje

La tercera categoría de constructo es la teoría o sistema hipotético-deductivo. Las fórmulas de una teoría pueden ser enunciados específicos o pueden contener variables libres de algún tipo. En ambos casos, las fórmulas son formuladas en –o son expresadas por– oraciones de un lenguaje, el *lenguaje de la teoría*. Un mismo lenguaje puede utilizarse para formular una variedad de teorías alternativas: cuando formulamos una teoría escogemos un subconjunto de todas las expresiones posibles de un lenguaje y organizamos esta colección (o, mejor dicho, el correspondiente conjunto de oraciones) de manera deductiva. El propio lenguaje debe ser neutral con respecto a la selección así como a la organización del material (recuérdese la Sección 1.1). De tal modo, mientras que el lenguaje puede contener las oraciones '*a* es un *P*' y '*a* no es un *P*', la teoría seleccionará uno de ellos o ninguno.

El siguiente ejemplo debería dar la razón a nuestra tesis de que la distinción entre teoría y lenguaje tiene que mantenerse, como la distinción entre regalo y envoltorio. Sea L el siguiente lenguaje:

Alfabeto lógico de $\mathscr{L} = \{\neg, \vee, \exists\}$

Alfabeto extralógico de $\mathscr{L} = \{a, b, x, P\}$, donde a y b son constantes individuales, x una variable individual y P un símbolo de predicado unitario

Oraciones atómicas de $\mathscr{L} = \{P_a, P_b\}$

Oraciones de $\mathscr{L} = \{P_a, P_b, \neg P_a, \neg P_b, P_a \vee P_b, \neg P_a \vee P_b, P_a \vee \neg P_b, \neg P_a \vee \neg P_b, (\exists x)\, P_x, \neg(\exists x)\, P_x, (\exists x)\, \neg P_x, \neg(\exists x)\, \neg P_x, \ldots\}$

Teoría 1		*Teoría* 2
Lenguaje de T_1	$= \mathscr{L} =$	Lenguaje de T_2
Lógica de T_1 = Cálculo de predicados de primer orden	=	Lógica de T_2
Axioma 1 $\neg P_a \vee P_b$		Axioma $\neg(P_a \vee P_b)$
Axioma 2 P_a		Teorema 1 $\neg P_a \wedge \neg P_b$
Teorema 1 P_b		Teorema 2 $\neg P_a$
Teorema 2 $(\exists x)\, P_x$		Teorema 3 $\neg P_b$
		Teorema 4 $(\exists x)\, \neg P_x$.

Si bien el conjunto de oraciones de cada teoría es un subconjunto de la colección de oraciones de su lenguaje común, los dos subconjuntos no coinciden y, más aún, no tienen una razón de ser propia, sino que «di-

cen» algo, aun si ese algo es abstracto por falta de interpretación de los diferentes símbolos involucrados. Si un sistema de signos constituye un *lenguaje* (y, en consecuencia, es neutral) o si *expresa* una teoría (y, en consecuencia, está comprometido), puede decidirse únicamente averiguando si hace alguna selección entre todas las posibles oraciones, o sea si excluye algunas fórmulas del lenguaje dado.

Sin embargo, la división lenguaje/teoría, aunque genuina, es relativa. En efecto, toda teoría universal, ya sea en lógica o matemática pura, puede ser *utilizada como lenguaje* por otra teoría más específica. Así pues, toda teoría matemática usa la lógica como lenguaje o vehículo de comunicación y la matemática es un lenguaje de la ciencia teórica.

Hay otras dos maneras en que una teoría puede ser usada como lenguaje por otra teoría. Una de ellas es tomar prestados solo algunos de los *conceptos* de la teoría universal y sus correspondientes símbolos, sin utilizar los axiomas y teoremas de esa teoría. Así es como la mayoría de los matemáticos utilizan la lógica. También es el modo en que los biólogos moleculares usan la teoría de la información: aunque hablan de la información transportada por la molécula de ADN, nunca calculan o miden esa cantidad de información. Otra manera, más completa, de utilización de una teoría por otra se da cuando esta última utiliza algunos de los *enunciados* (y, por ende, algunos de los conceptos) de la primera. Así es como los físicos utilizan el análisis funcional y como los sociólogos usan la teoría de grafos: estas teorías ingresan al edificio mismo de las teorías fácticas específicas. En síntesis, la distinción entre lenguaje y teoría, aunque clara, es tan relativa como la que hay entre medios y fines.

Con todo, una diferencia relativa *es* una diferencia. De ahí que sea incorrecto definir las teorías como un conjunto de *oraciones* de un lenguaje y los modelos como una estructura en la cual estas sartas, consideradas como *inscripciones*, son satisfechas. Esta eliminación de los constructos en favor de sus encarnaciones lingüísticas no es mero descuido, sino un acto deliberado: es un componente necesario del nominalismo. Esta filosofía, propugnada por lógicos eminentes como Hilbert, Tarski y, en una época, Quine, tiene sus ventajas: simplifica, evita las trampas tanto del platonismo como del psicologismo y, lo que no es menos importante, se puede persuadir a cualquier ordenador de que la adopte.

Sin embargo, el nominalismo no proporciona una teoría semántica adecuada. Por una parte, sobrestima la importancia de la notación y la formulación y, por lo tanto, no puede explicar el hecho de que toda proposi-

ción dada pueda ser formulada en una diversidad de lenguajes diferentes. Por otra parte, si se rehúsa aceptar todo lo que va más allá de los signos en cuanto objetos físicos y sus posibles denotata físicos, resulta imposible explicar por qué los símbolos participan en relaciones no físicas (lógicas, por ejemplo), por no mencionar su forma y contenido, los cuales tampoco son físicos. (Considérese lo siguiente: en tanto que dos veces 3 es 6, dos veces '3' es '33'.) En tercer lugar, por la misma razón por la cual es probable que el ockhamista multiplique el número de entidades sin necesidad, al tomarse en serio la parábola de las dos mesas de Eddington: (el concepto de) la tersa mesa del lego y (el concepto de) la casi hueca mesa del científico, ambas denotadas por una única palabra. Así pues, el nominalista puede acabar proponiendo una pluralidad de realidades, con lo que cometerá un suicidio filosófico, tal como hizo Chwistek (1949). En cuarto lugar, si el nominalista atribuye a algunas de sus señales [*marks*] –oraciones, por ejemplo– ciertas propiedades no físicas tales como verdad o falsedad (tal como lo hace Tarski), se desliza hacia el hilemorfismo, el mismísimo diablo platónico que pretende exorcizar. Quinto, el nominalista debe rechazar toda teoría que, como el análisis no estándar, esté abarrotada de constructos sin nombre (Robinson, 1966). [Para más críticas, véase Frege (1893), en Geach y Black, eds. (1952) y Putnam (1971).]

En consecuencia, haremos hincapié en la tradicional distinción entre término y concepto, símbolo de predicado y predicado, oración y proposición, y lenguaje y teoría. Diremos que el primer miembro de cada par simboliza, expresa o designa al segundo miembro. Pero esta relación de designación se merece una sección aparte.

2. Designación

2.1. Nombre

Los nombres son aquellos términos de un lenguaje que designan objetos de alguna clase. De tal modo, los numerales '3' y 'III' nombran el número tres. En un lenguaje conceptual, todos los nombres designan constructos. Pero la recíproca es falsa: a pesar del nominalismo, la mayoría de los constructos carecen de nombre. De tal modo, solo unos pocos números irracionales y unas pocas funciones poseen nombres estándares. Con todo, del mismo modo que las personas anónimas pueden ser iden-

tificadas a través de sus características y sus acciones, los constructos pueden identificarse a través de sus propiedades, aun cuando no se les asigne ningún nombre particular. Por ejemplo, la función «dos quintos del cubo más siete» no tiene un nombre particular, pero está caracterizada de manera inequívoca por la descripción precedente, lo que equivale a decir lo que hace la función, a saber elevar x a $2/5\ x^3 + 7$, donde x es un número real. En resumen, hay constructos sin nombre, pero no constructos inefables.

Hay nombres de (algunos) individuos, nombres de (algunas) clases (o nombres comunes), (algunas) relaciones, etcétera. En cada caso, los nombres pueden designar un miembro fijo o arbitrario de una colección, vale decir un individuo indeterminado. De tal modo, podemos convenir llamarle 'x' a un número real arbitrario. (Adviértase que una variable no es exactamente lo mismo que un espacio. Mientras que todos los espacios o vacíos son lo mismo, vale decir nada, las variables pueden diferir unas de otras y pueden ser manipuladas. Así pues, '$x + y = z$' no es lo mismo que '+ ='. Una variable tampoco es algo que varía.)

Los nombres son símbolos y, como tales, actúan como representantes de sus nominata. No debemos olvidar aquello que representan, a menos que seamos ordenadores. Por ejemplo, en términos estrictos, no deberíamos decir '*Sea R* la línea real', sino 'Sea *R* que *nombra* (*designa*) la línea real'. Sin embargo, al hablar y al escribir podemos permitirnos confundirlos en beneficio de la brevedad, a condición de que nos mantengamos alertas respecto de la diferencia entre los signos y sus designata. En resumen, podemos permitirnos la autodesignación, siempre y cuando no perdamos de vista que los símbolos son exactamente eso, signos convencionales que representan otros objetos.

La negativa a distinguir los símbolos de aquello que simbolizan puede inflarse hasta ser transformada en una filosofía. Se trata, en efecto, del núcleo de la filosofía nominalista, o materialista vulgar, de la matemática. Esta filosofía atrae a quienes aborrecen los intangibles y aman la simplicidad: en lugar de tener símbolos por un lado y constructos por el otro, esta filosofía ofrece una única bolsa de entidades tangibles, algunas naturales y otras (los signos) artificiales. De tal modo, un miembro de esta escuela afirmará, por ejemplo, que «La expresión o sarta compuesta por '(x) ('seguido de 'P' seguido de '$x \Rightarrow$' seguido de 'P' seguido de 'x')' es una oración analítica del lenguaje $\mathscr{L}$». Y se quedará muy contento con la identificación, propia de la escuela infantil, del número uno con un

trazo vertical. Un credo sencillo, por cierto, y por lo tanto inadecuado para abordar los complejos problemas de la realidad. Por ejemplo, esta posición no deja sitio al principio de que los símbolos, especialmente los nombres, son reemplazables porque son convencionales: que «la cosa real» es el designatum, no su nombre: que ningún signo en particular es indispensable. [Para una vigorosa defensa de esta tesis véase Frege (1895). Incluso Bourbaki (1970, Capítulo 1), a pesar de sus brotes nominalistas, advierte contra la confusión del símbolo con su designatum.]

Se ha atribuido a Shakespeare el principio semántico anterior, o sea que si bien los nombres pueden ser necesarios (o convenientes) ninguno de ellos es indispensable. De hecho, en Romeo y Julieta Shakespeare sostiene que el perfume de una rosa es invariante con respecto al nombre. Puede darse a este principio, llamado a veces «principio de referencia» (Linsky, 1967), una formulación más exacta, aunque mucho menos poética, como la que se expone a continuación. Sea x parte de una expresión $e(x)$ de un lenguaje $\mathscr{L}$ y sea $e(y)$ la expresión resultante de reemplazar x por y en $e(x)$, donde y es otro signo de $\mathscr{L}$. Si x e y poseen el mismo designatum, entonces también lo tienen $e(x)$ y $e(y)$. En consecuencia, ambas expresiones pueden sustituirse mutuamente, *salva significatione et salva veritate*.† Se puede adoptar esta trivialidad necesaria como parte de la definición de la relación de designación.

Así pues, aceptamos la tesis de Shakespeare de que nada hay en el nombre: que lo que realmente importa es el nominatum. Si el nominatum es un constructo, en lugar de un objeto físico, entonces podemos decir, siguiendo a Frege y a Church, que el nombre señala el sentido *o* el referente del constructo. Pero podemos remplazar 'o' por 'y', ya que el concepto de ambigüedad tiene un matiz pragmático. En nuestra teoría del significado, un signo que representa un concepto realiza ambas funciones: significa el sentido, así como el referente del constructo que designa. (Véase el Capítulo 7, Sección 1). De tal modo, el nombre de clase *Homo sapiens* simboliza el concepto técnico de hombre. El sentido de este concepto está dado por algunas de las hipótesis propias de las ciencias del hombre, mientras que su clase de referencia es, desde luego, el conjunto de los humanos. Averiguar si esta última está vacía (tal como algunos comenzamos a sospechar) o no lo está, no es tarea del semantista: la determinación de la real extensión de los conceptos es tarea de los

† Es decir, conservando el significado y la verdad en la sustitución. [*N. del T.*]

científicos, no de los filósofos. Retomaremos este tema en detalle en el Capítulo 2 y en el Capítulo 9, Sección 1.

Los nombres son convencionales, pero no necesariamente arbitrarios. Mientras que algunos se forman de manera espontánea, otros se inventan según reglas. De entre los procedimientos de nombramiento reglados, tal vez el más sofisticado sea el de Gödel, el cual asigna a cada símbolo básico del envoltorio lingüístico de una teoría un número natural único, de modo tal que, dado un número natural cualquiera, puede recuperarse el símbolo correspondiente. No necesitaremos un método tan potente: nos bastará con el más modesto de los procedimientos de nombramiento: la técnica de las comillas. Utilizaremos tres tipos de comillas:†

'simples', para mencionar los símbolos,
"inglesas", para designar constructos y
⌜ángulos⌝ para nombrar proposiciones (una clase de constructo).

2.2. La función de designación

Según la Definición 1.1 (Sección 1.1), un lenguaje es una séptupla $\mathscr{L}_K = \langle \Sigma, \square, \circ, \phi, \tau, \Omega, \Delta \rangle$, en la que Δ es una correspondencia entre los signos de $\mathscr{L}_K$ (formados a partir de elementos de Σ, con ayuda de la operación $\circ$) y los objetos contenidos en Ω. El papel de Δ es, pues, inyectar una significación a un montón de signos mudos que, de otro modo, nada simbolizarían . En el caso de los lenguajes conceptuales, que son los que nos interesan, el conjunto Ω se reduce a un subconjunto C, una colección de constructos, y Δ se transforma en la función de designación, en forma abreviada, $\mathscr{D}$. Más precisamente, tenemos la

DEFINICIÓN 1.4 Sea L un sistema de la lógica de predicados. Entonces, la séptupla $\mathscr{L}_{KL} = \langle \Sigma, \square, \circ, \phi, \tau, C, \mathscr{D} \rangle$ es un *lenguaje conceptual* sii

(i) $\mathscr{L}_{KL}$ es un lenguaje;

(ii) Σ contiene, por lo menos, los signos necesarios para designar los conceptos fundamentales del sistema lógico L;

† En esta traducción utilizamos, además, las comillas españolas '«»' para enmarcar la reproducción de citas textuales, así como para indicar un sentido especial (usualmente irónico) de la expresión entrecomillada. [*N. del T.*]

(iii) C es un conjunto de constructos no vacío que contiene, por lo menos, todos los constructos de L;

(iv) $\mathscr{D}$ es una función de muchos a uno del conjunto Σ^{**} de expresiones (fórmulas bien formadas) de $\mathscr{L}_{KL}$ en (pero no sobre toda) la colección $\mathscr{P}(C)$ de subconjuntos de C;

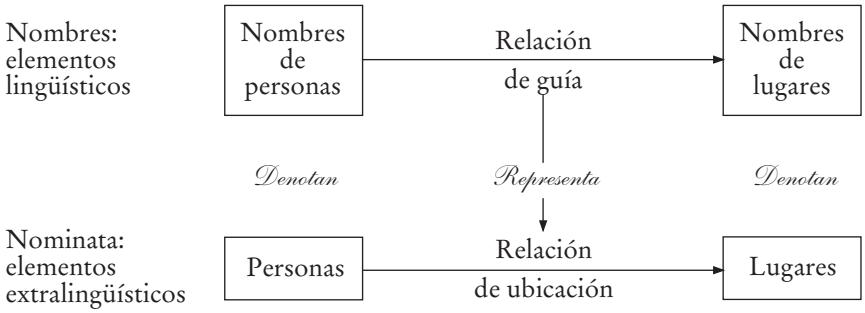
(v) dos signos cualesquiera de Σ^{**} que tienen el mismo designatum (o sea, para los cuales $\mathscr{D}$ toma el mismo valor) pueden intercambiarse mutuamente dondequiera que aparezcan en Σ.**

Adviértanse los siguientes puntos. Primero, puesto que $\mathscr{L}_{KL}$ es un lenguaje conceptual y no un galimatías, toda fórmula bien formada de aquel simboliza (representa) un constructo. Por otra parte, $\mathscr{D}$ no es sobreyectiva: en C pueden haber constructos sin nombre, tales como los objetos no estándares del análisis no estándar. Segundo, la condición (v), llamada en ocasiones 'principio de indiscernibilidad de los idénticos de Leibniz', no garantiza esa indiscernibilidad más que para expresiones *diferentes* y a condición de que designen los mismos constructos. Tercero, este principio no tiene nada que ver con la referencia. Por lo tanto, ⌜El lucero del alba = El lucero de la tarde⌝ no es un ejemplo de ese principio. Este enunciado es, en términos estrictos, falso. Lo que sí es verdad es que las dos descripciones tienen el mismo referente, o sea Venus. Más sobre esto en el próximo capítulo. Cuarto, el principio (v) ha sido criticado porque falla en los llamados «contextos intensionales», vale decir en conexión con las «actitudes proposicionales» expresadas por verbos como 'conocer' y 'creer'. Por ejemplo, si bien '3' y 'III' designan el mismo número, el enunciado ⌜Todos saben que 3 = III⌝ es claramente falso (véase, por ejemplo, Linsky, 1967). No nos demoraremos en esta cuestión, puesto que pertenece al ámbito de la pragmática o al de la psicología (véase el Capítulo 8, Sección 4.3).

Quinto, el principio (v) resulta esencial para todo pensamiento simbólico. Su formulación explícita debería contribuir a clarificar el modo en que los símbolos realizan su función, la cual no es vivir su propia vida, sino simbolizar o representar otro objeto. De tal modo, una ecuación como ⌜$a = b$⌝ nos informa que las letras 'a' y 'b', si bien diferentes, nombran el mismo objeto. Este comentario trivial debería ser de ayuda para el novel estudioso de la matemática, quien a menudo se siente consternado por la aparente inconsistencia de ⌜$a = b$⌝. Además, el comentario debería avergonzar al nominalista, ya que los dos miembros de la fórmula '$a = b$' no son el mismo nombre. Si la matemática se ocupara de signos y lenguajes, y no de sus designata, deberíamos escribir: 'a' = 'b', lo cual es falso.

De hecho, tal como Frege (1879) advirtiera hace ya tiempo, nos ocupa un único concepto, llamado ora '*a*', ora '*b*'. (Esto no equivale a suscribir la concepción de Frege de que la teoría de la identidad se refiere solo a nombres o términos. Se supone que la teoría de la identidad es universal, en el sentido de que es válida para objetos de toda clase.)

Sexto y último, adviértase que no hemos definido la función de designación $\mathscr{D}$: no hemos especificado el modo en que aplica las expresiones en los constructos. Toda caracterización precisa de $\mathscr{D}$ involucra la especificación exacta de tal correspondencia, por lo tanto de su dominio Σ^{**} y su recorrido $\mathscr{P}(C)$; de ahí que también suponga una pérdida de generalidad. Tan pronto como se especifica la designación, el lenguaje conceptual $\mathscr{L}_{KL}$ se transforma en un *sistema semántico* particular. Una manera habitual de especificar («definir») un sistema semántico es estipular reglas de designación tales como «Sea '*M*' que designa la función de masa newtoniana» (Carnap, 1942). Pero, desde luego, una fórmula como esta es una regla únicamente desde un punto de vista pragmático, puesto que expresa una decisión o una convención. Desde el punto de vista semántico, no es una regla, sino un enunciado, a saber un caso de "$\mathscr{D}(\sigma) = c$", donde $\sigma \in \Sigma^{**}$ es un signo y *c* el constructo que σ designa. Además, las «reglas» de designación, aunque necesarias, resultan insuficientes para el propósito de formular un cuerpo de conocimiento fáctico, por más modesto que este pueda ser. Hasta una libreta de direcciones incluye una noción semántica adicional, la de *denotación*, una relación que va de los signos a los elementos fácticos, o bien de manera directa o bien a través de constructos. (Más sobre la denotación en el Capítulo 2, Sección 2.4.) Esta relación incluye la de la libreta de direcciones que aparea nombres de personas con nombres de lugares (direcciones) y *representa* la relación física entre las personas y los lugares donde viven:



En el caso de las teorías científicas, tenemos la composición de dos relaciones: la designación $\mathscr{D}$, de signos a constructos, y la referencia $\mathscr{R}$, de constructos a elementos fácticos. O sea, además de los supuestos ordinarios (vínculos constructo-constructo) y las «reglas» de designación, las teorías científicas contienen correspondencias constructo-hecho. Los últimos nos dicen de qué tratan las teorías: cuál de sus constructos se refiere a qué cosa y cuál representa qué otra. En otras palabras, los sistemas semánticos de la ciencia fáctica, a diferencia de los de la matemática pura, incluyen hipótesis o supuestos semánticos, a menudo mal llamados 'reglas de correspondencia' (Capítulos 2, 3 y 6). Por esta razón y porque el lenguaje debe ser un instrumento neutral para expresar ideas, no debe confundirse nuestra Definición 1.4 de lenguaje conceptual con una definición de teoría fáctica. En otras palabras, la Definición 1.4 caracteriza solo una clase de lenguajes adecuados para expresar un cuerpo de conocimiento fáctico.

3. Correlatos metafísicos

3.1. Ontología fundamental

Nuestra definición de lenguaje de la Sección 1.1 involucra no solo signos, sino también sus denotata, vale decir los valores de la función codificadora Δ. Los denotata pueden ser elementos lingüísticos, pero en su mayoría no lo son. De hecho, los denotata de un sistema de signos pueden ser cualquier cosa: individuos, conjuntos, relaciones, concretos o abstractos, posibles o imposibles. Son *objetos* en el sentido filosófico general de la palabra, no en el sentido de cosas tangibles.

Consideraremos esta noción general de objeto como primitiva o indefinida, puesto que es demasiado fundamental e importante como para ser definible. Además, podemos dejar que la ontología se haga cargo de su caracterización, aun cuando rechacemos la propia noción de una teoría general de los objetos de cualquier clase. En todo caso, supondremos las siguientes particiones:

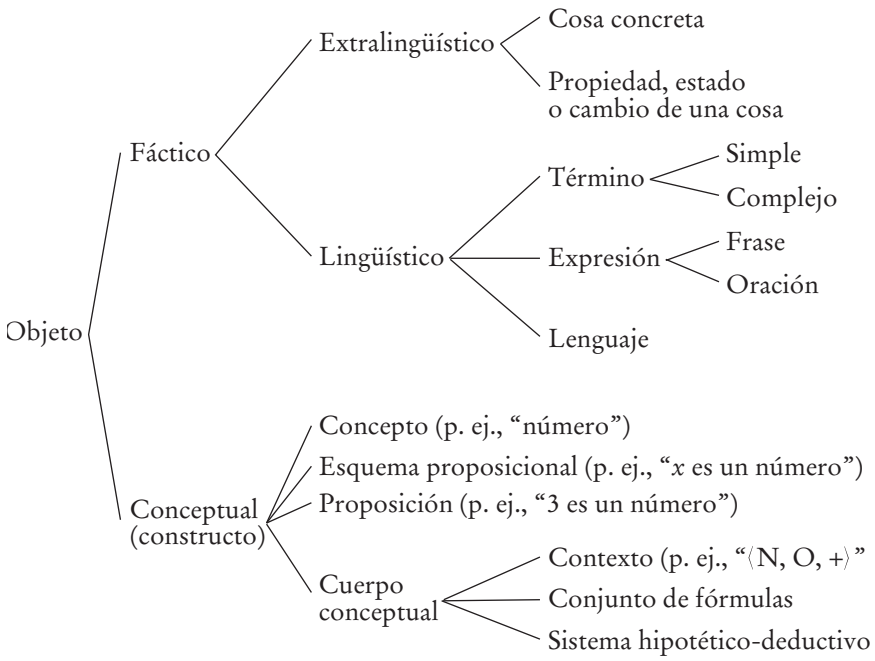
(i) Todo *objeto* es o bien un elemento fáctico (por ejemplo, un acontecimiento) o bien un constructo (por ejemplo, un conjunto) y ninguno es ambas cosas.

(ii) Todo *objeto fáctico* es o bien lingüístico o bien extralingüístico y ninguno es ambas cosas.

(iii) Todo *objeto lingüístico* es o bien un término (un miembro de un Σ o de un Σ^*) o bien una expresión (un elemento de un Σ^{**}) o un lenguaje íntegro.

(iv) Todo *constructo* es o bien un conjunto o bien un predicado o bien una función proposicional o bien una proposición o bien un conjunto de algunos de ellos (con o sin estructura).

En otras palabras, la ontología fundamental que acompaña nuestra semántica admite las clases de objetos que se muestran en el diagrama siguiente:



El que haya tal diversidad de clases de objetos lo sugiere el hecho de que esos objetos satisfacen conjuntos de leyes radicalmente diferentes: por ejemplo, los conceptos de la física no obedecen las mismas leyes que sus referentes. Si atribuimos o no una existencia *autónoma* a todos los objetos de nuestra ontología es otro asunto, tema de la metafísica y no de la semántica. Sin embargo, el autor se apresura a expresar que, en su propia metafísica, ni los constructos ni siquiera los elementos lingüísticos existen por sí mismos: ambos son artefactos y, por ende, dependientes

del hombre; fueron y siguen siendo creados por la humanidad y seguirán el destino de esta. De seguro, los signos –por ejemplo, las inscripciones– son objetos físicos, pero dependen del hombre para llegar a ser, así como para su funcionamiento como signos (representantes) de lo que sea que simbolicen. En cuanto a los constructos, son una total ficción: lo que es real es el proceso del cerebro que consiste en pensar sobre un objeto. Consideremos con más detalle este punto.

3.2. Más allá del platonismo y el nominalismo

Considérese un acontecimiento externo, tal como un rayo, y un hecho lingüístico, como alguien que profiere la oración 'Eso fue un rayo'. Entre estos dos procesos físicos tenemos un proceso cerebral intermedio, un pensamiento. Si el hablante o el lenguaje cambian, la oración puede cambiar. Sin embargo, podemos suponer que, si las composiciones genéticas y el fondo de experiencia de los hablantes son similares, también lo serán sus procesos de pensamiento, de donde sus diferentes oraciones, si bien es posible que sean diferentes, representarán el mismo enunciado o proposición. (Ver la Figura 1.1.)

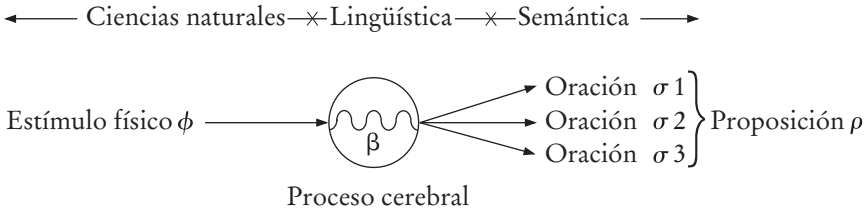


Figura 1.1. Un estímulo físico ϕ, el proceso cerebral β (pensamiento) que aquel evoca y sus salidas lingüísticas σ_i, oraciones que expresan la proposición p.

Las proposiciones no son objetos físicos: no tienen más realidad que la de los procesos cerebrales, del mismo modo que no hay movimiento independientemente de las cosas en movimiento. Suponer que, además de los elementos fácticos e independientemente de ellos, hay cosas tales como las proposiciones es una ficción, aunque no una ficción vana, sino indispensable. Para los platónicos como Bolzano, hay proposiciones *en sí*, que no necesitan haber sido pensadas por nadie y, en consecuencia, es

posible que nadie las «descubra» (Bolzano, 1837). No haremos aquí semejante suposición metafísica; utilizaremos, en cambio, una *simulación metodológica* o ficción útil: que las cosas son *como si* hubiera proposiciones (enunciados) con existencia autónoma que son designata de algunas oraciones. (Cf. Sección 1.2.) El concepto de existencia aquí involucrado es el de existencia conceptual, no el de existencia física (Capítulo 10, Sección 4.1). Podemos dar rienda suelta al platónico y al ficcionista en el campo de los constructos, precisamente porque estos *son* ficciones. Solo cuando entran en juego entidades reales (concretas, materiales) resulta pertinente la restricción propugnada por el nominalista.

Echemos otro vistazo a la situación representada en la figura 1.1. Los acontecimientos reales son el rayo, su percepción, el proceso de pensamiento desencadenado por esa percepción en el sujeto y sus formulaciones lingüísticas. Cada uno de estos acontecimientos reales puede ser estudiado por una ciencia fáctica. En particular, la lingüística puede ocuparse de las oraciones y la crítica literaria puede decretar cuáles de esas oraciones son «felices». La semántica filosófica comienza después, allí donde la lingüística deja la tarea. La primera no se ocupa de los actos del habla, ni siquiera de los elementos lingüísticos por sí mismos o como constituyentes del comportamiento humano, sino en la medida que representan constructos. Tanto es así que la semántica filosófica no se interesa en absoluto por signos no conceptuales como '¡ay!' y 'sueño líquido' o incluso por inscripciones como los jeroglíficos. En otras palabras, la semántica se ocupa de todo lo que se relacione con un signo conceptual. En este sentido, la semántica no es parte de la semiótica considerada como ciencia de los signos (Morris, 1938). La semántica filosófica es una ciencia de constructos y, por ende, puede considerársela una disciplina filosófica distinta o bien una parte de la gnoseología (véase el Capítulo 10, Sección 3).

Aunque no es platónica, nuestra concepción se opone al enfoque semántico nominalista. Ya sea medieval o contemporáneo, materialista o empirista, el nominalismo confía en lo tangible (cosas y palabras) tanto como desconfía de lo intangible (pensamientos y constructos). El lenguaje es supuestamente ostensible y controlable, mientras que el pensamiento está oculto y puede ser díscolo, a la vez que se admite que los constructos son ficciones. El nominalista trata con términos y oraciones, no con conceptos y proposiciones (véase, por ejemplo, Zinov'ev, 1973). Los motivos del nominalista son bastante sensatos: evitar la oscuridad,

las ideas descabelladas, las fantasmagorías y las hipóstasis platónicas. Pero la cirugía que el nominalista aconseja –especialmente la ablación de los constructos– elimina el problema semántico en lugar de resolverlo. La «solución final», que consiste en considerar todo lo conceptual como cuestión de signos, se halla en la misma línea que la propuesta conductista de considerar el pensamiento como movimientos imperceptibles de la laringe o como una aptitud para hablar: la solución nominalista decapita la semántica de manera semejante al modo en que la solución conductista descerebra la psicología. Sin importar lo que creamos de la metafísica nominalista, no podemos suscribir la semántica nominalista si deseamos entender (*a*) que los constructos no son entidades a la par de las cosas, (*b*) la idea misma de símbolo conceptual como una noción distinta de la símbolo no conceptual, (*c*) el carácter prescindible de todo símbolo en particular (pero no, desde luego, de la simbolización), (*d*) el hecho de que los símbolos conceptuales deban ser adaptados a las leyes (lógicas, matemáticas o filosóficas) de los constructos y no viceversa y (*e*) que estas leyes no son fácticas y no son objeto de comprobaciones empíricas.

La posición fructífera con respecto a los intangibles no es la de descartarlos, sino la de investigar si son legales y si postularlos explica algo. De tal modo, en lugar de proscribir el concepto de proposición, los lógicos han desarrollado los cálculos proposicionales. Igualmente, en vez de enviar al concepto de significado al ostracismo por ser intangible, deberíamos clarificarlo mediante el desarrollo de una teoría del significado, de la misma manera que los científicos han ido domesticando sus propios intangibles: campos, enlaces de hidrógeno, patrimonios genéticos, capacidades de aprendizaje, estructuras sociales y otros. Hasta los lingüistas van más allá de los hechos a fin de comprenderlos: de hecho, sus modelos matemáticos del lenguaje dejan fuera a los hablantes y los actos del habla e incluyen refinados constructos. Así pues, el conjunto Σ^* de sartas de un lenguaje (Sección 1.1) es infinito; un fonema no es un sonido particular, sino una clase de equivalencia de sonidos, tales como las emes proferidas por diferentes hablantes, y tampoco es perceptible la estructura profunda de una frase. Un modelo matemático de un lenguaje no es un ítem empírico, sino una representación más o menos tosca de hechos reales, que debe ser puesta a prueba por medio de su confrontación con ítems empíricos. En el caso de la lingüística, los ítems empíricos consisten en muestras finitas de un lenguaje, tales como las produci-

das por Shakespeare, Juancito y otros. Si el lingüista se restringiera a esas muestras, difícilmente encontraría alguna regularidad estable y profunda: las pautas, ya sean lingüísticas o químicas, se tienen que hipotetizar. Las muestras sugieren y ponen a prueba el modelo, pero no lo constituyen. Del mismo modo, si el semantista se tuviera que restringir a las palabras y los diccionarios, nunca produciría teorías del significado y la verdad. Su trabajo no es observar y describir actos del habla, sino analizar y sistematizar las propiedades semánticas de conceptos, proposiciones y teorías. Para ello no necesita hipostasiar† constructos y significados: los conceptualistas no lo necesitan; más aún, no deberían ser platónicos. El conceptualista comparte la convicción del nominalista de que no hay universales en el discurso real, que es una sarta de acontecimientos concretos (Goodman, 1951, p. 288). Pero el primero no puede entender cómo podría prescindirse de los universales al *teorizar* acerca de «acontecimientos verbales», «actos ilocucionarios» o cualquier otro elemento.

Concluimos con la Tabla 1.2, que es una lista de las principales filosofías de la relación signo-constructo que se discutirán en este libro.

† Hemos utilizado aquellos neologismos que, como 'hipostasiar' ("efectuar hipóstasis"), 'hipotetizar' ("plantear hipótesis"), 'teorizar' ("desarrollar teorías") y 'categorial' ("perteneciente a la categoría"), entre otros, son de uso habitual entre los filósofos de la ciencia y los científicos de habla castellana. En general, las respectivas perífrasis se han evitado a fin de agilizar la lectura. [*N. del T.*]

TABLA 1.2
Signo y constructo: principales concepciones

Concepción	Signo	Concepto, Proposición	Teoría
Platonismo	Un objeto físico, la sombra de una idea.	Un constituyente del Mundo de la Ideas, el cual existe por sí mismo.	Un cuerpo de ideas. Objetos de una teoría matemática = Conceptos.
Psicologismo	Un objeto físico que actúa como representante de un pensamiento.	Un pensamiento de alguna clase.	Un conjunto de pensamientos, reales o posibles.
Nominalismo (materialista o empirista)	Un elemento físico (o, de modo alternativo, de la experiencia) que tiene su propia razón de ser o representa otro elemento del mismo tipo.	No hay.	Un conjunto de expresiones: una parte de un lenguaje. Objetos de una teoría matemática = Signos (marcas).
Materialismo conceptualista	Un objeto físico que simboliza otro objeto (o conjunto de objetos) físico, mental o abstracto.	No hay constructos aparte de los objetos mentales, que, a su vez, son procesos cerebrales. Constructo = Clase de equivalencia de procesos cerebrales, vale decir ni un individuo concreto ni una idea platónica. Por conveniencia, simula que los constructos existen por sí mismos.	Un conjunto de enunciados con una estructura deductiva. Objetos de teorías matemáticas = Constructos. Las teorías científicas poseen referencia externa.

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 58

Capítulo 2

Referencia

Ahora, estudiaremos el concepto semántico de referencia, la *supositio* de los lógicos medievales. Este concepto aparece en enunciados tales como ⌈Se estaba *refiriendo a* las brujas⌉, ⌈La ecología *se ocupa* de las relaciones organismo-entorno⌉, ⌈La economía *trata acerca de* la producción y circulación de mercancías⌉ y ⌈Las ciencias políticas *tratan sobre* las instituciones políticas⌉. Este concepto semántico de referencia debe distinguirse de la noción psicológica o pragmática de referencia involucrada en ⌈Esa teoría sugiere (o hace pensar que) *x*⌉, ⌈Esta teoría se ideó para ser aplicada a *x* ⌉, ⌈El referente hipotético de *x* es *y*⌉. Esta otra noción de referencia está incluida en el conocimiento de cómo las personas crean, aprenden o utilizan realmente las ideas, mientras que el concepto semántico de referencia surge cuando se pregunta acerca de qué trata un enunciado, sin importar el modo en que este haya sido concebido, aplicado, erróneamente aplicado o puesto a prueba.

Podría parecer que una investigación del concepto semántico de referencia debería ser trivial y, por lo tanto, inútil: ¿no sabemos acaso, normalmente, de qué estamos hablando? Lamentablemente, no: frecuentemente hay debates interminables acerca de qué tratan algunas teorías. En consecuencia, hemos de acoger con agrado toda doctrina semántica que pudiera ser de alguna ayuda para identificar los referentes genuinos de una teoría científica. Puesto que no parece haber disponible ninguna teoría de este tipo, tendremos que construir una. Pero antes de pasar a esta tarea, justifiquemos con algunos ejemplos nuestra

afirmación de que los referentes de un enunciado o de un conjunto de enunciados no siempre son conspicuos y que no hay herramientas obvias para sacarlos a la luz.

1. Motivación

Considérense los siguientes casos, recogidos de la literatura.

Caso 1 Diversos filósofos han sostenido que ⌜*p* es verdadera⌝ es lo mismo que ⌜*p*⌝, es decir que el concepto de verdad es redundante. En cambio, Bolzano sostenía que el sujeto (referente) de ⌜*p* es verdadera⌝ es la propia *p*, algo que no ocurre en el caso de ⌜*p*⌝, de lo que se sigue que los dos enunciados son diferentes. Bolzano sugirió, incluso, la posibilidad de iterar este procedimiento, con lo que se produce una escalera infinita de enunciados, cada uno de los cuales tiene como sujeto o referente al anterior (Bolzano, 1851, p. 85).

Caso 2 Este mismo filósofo había afirmado, previamente, que ⌜Algunas personas saben leer y escribir⌝ trata únicamente de personas alfabetizadas, mientras que ⌜Algunas personas no saben leer y escribir⌝ solo trata de analfabetos (Bolzano, 1837, III, Sección 305). ¿Verdadero o falso? ¿Y qué ocurre con sus equivalentes ⌜No todas las personas son analfabetas⌝ y ⌜No todas las personas saben leer y escribir⌝, respectivamente?

Caso 3 Aristóteles enseñaba que «Una ciencia particular es aquella cuyo dominio es un único género» (Analíticos Posteriores, libro I, Capítulo 28). ¿Acertado o erróneo? ¿Qué ocurre con la ecología?

Caso 4 Los biólogos evolucionistas están divididos por la cuestión de los referentes («unidades») de la genética de poblaciones y la teoría de la evolución (véase Williams, 1966, Capítulo 4). ¿Son los organismos individuales, las especies o las poblaciones? ¿La teoría afirma que la selección actúa sobre los genotipos (individuos) o más bien sobre los fenotipos (poblaciones)?

Caso 4 Algunos proponentes de la llamada teoría de la identidad arguyen que, si bien la neurofisiología y la psicología utilizan conceptos con sentidos diferentes, tienen exactamente el mismo referente, la persona, por lo cual estas ciencias constituyen diferentes maneras de concebir los mismos hechos, a saber los acontecimientos mentales (= neurofisiológicos). Esta particular defensa de la teoría de la identidad se apoya, pues, en la hipótesis semántica de que Referente = Hecho. ¿Qué ocurre

con la etología y la psicología de las aves, las cuales comparten sus referentes?

Caso 6 Algunos eminentes físicos han afirmado que la teoría especial de la relatividad trata del comportamiento de relojes y varas de medir. Otros han sostenido que se ocupa de observadores en movimiento relativo. Otros, aun, aseguran que los referentes de la teoría son masas puntuales habitadas por experimentadores competentes y bien equipados que se comunican unos con otros a través de señales luminosas. Finalmente, los hay quienes defienden que la teoría trata acerca de todo sistema que pueda conectarse por medio de señales electromagnéticas. Escoja usted.

Caso 7 La mayoría de los físicos actúa bajo el supuesto de que la teoría cuántica se refiere a microsistemas que poseen existencia autónoma, tales como neutrones y fotones. Sin embargo, cuando se trata de «filosofar», muchos de ellos afirman que la teoría se refiere a bloques sellados (imposibles de analizar), constituidos en proporciones arbitrarias por microsistemas, instrumentos de medición y observadores. Otros, incluso, sostienen que la teoría se ocupa del conocimiento de la naturaleza, antes que de esta última (Heisenberg, 1958, p. 100).

Caso 8 Considérese la fórmula ⌈Para todo entero x: $x + 1 = 1 + x$⌉. ¿Trata solo de los enteros o, más bien, de todo el sistema $\langle Z, 1, + \rangle$ (Rosenbloom, 1950, p. 110)? De todos modos, ¿cuál es el criterio en cada caso?

Caso 9 La teoría de los sistemas de control ha sido desarrollada por ingenieros, pero posee aplicaciones en la biología y otros campos de investigación que se ocupan de cosas, ya sean inanimadas o vivas, que tienen dispositivos de control incorporados. ¿Esta teoría tiene una clase de referencia definida?

Caso 10 ¿Cuál es la clase de referencia de la lógica elemental? ¿Las combinaciones de los símbolos? ¿Los enunciados? ¿Las proposiciones? ¿Las personas que argumentan? ¿El mundo?

No deberían quedar muchas dudas acerca de que identificar los referentes de un enunciado o de una teoría puede resultar un problema espinoso y de que necesitamos una teoría semántica que pueda ayudarnos a realizar esa tarea. A continuación, expondremos una teoría de esa índole. Más precisamente, estudiaremos primero la bastante indisciplinada relación de referencia y luego presentaremos un par de funciones de referencia que satisfacen leyes, una para predicados y otra para enuncia-

dos. El resultado puede considerarse un cálculo de la referencia que permite computar la clase de referencia de todo enunciado compuesto, como una función de las clases de referencia de sus constituyentes. Este cálculo debería contribuir a resolver los problemas de ambigüedad referencial. Por eso mismo debería liberarnos del recurso a la autoridad como «método» para averiguar acerca de qué tratan las teorías. Nuestro cálculo, en cambio, no presumirá de decirnos cuándo es aplicable un predicado determinado, vale decir cuál es la referencia correcta o campo de validez: esta es tarea de la ciencia. En otras palabras, distinguimos la referencia de la extensión, tema que estudiaremos en el Capítulo 9, Secciones 1 y 2.

2. La relación de referencia

2.1. Una relación indisciplinada

Estipularemos que la relación de referencia $\mathscr{R}$ es válida entre constructos (conceptos, enunciados o teorías), por un lado, y objetos de todo tipo, por el otro. En otras palabras, adoptamos la siguiente

CONVENCIÓN El grafo (o extensión) de la relación de referencia $\mathscr{R}$ es un conjunto de pares ordenados constructo-objeto, es decir

$$\mathscr{E}(\mathscr{R}) \subseteq C \times \Omega, \qquad \text{con } C \subset \Omega,$$

donde 'C' simboliza la clase de los constructos y 'Ω' la clase de los objetos.

$\mathscr{R}$ no posee propiedades formales simples. En particular, $\mathscr{R}$ no es reflexiva en todo su grafo. Por ejemplo, el concepto de estrella trata de las estrellas, no de sí mismo. Por otra parte, el número 7 no se refiere a nada. $\mathscr{R}$ tampoco es simétrica ni antisimétrica. Finalmente, $\mathscr{R}$ tampoco es transitiva, tal como lo muestra el siguiente contraejemplo:

r = ⌈El enunciado que sigue es falso⌉ (1)
s (2)

en el cual s se refiere a un tercer enunciado t. Claramente, si bien $\mathscr{R}rs$ y $\mathscr{R}st$, no es el caso que $\mathscr{R}rt$.

Este último resultado tiene una importante aplicación en los fundamentos y la filosofía de la ciencia, a saber en relación con el estatus semántico de los enunciados metanomológicos o leyes de leyes (Bunge, 1961a; Angel, 1970). Considérense las siguientes proposiciones:

> Un enunciado físico fundamental (por ejemplo, una ecuación) no debe involucrar ninguna constante más que las constantes universales. (3)
> Las leyes del movimiento de Newton son invariantes respecto de las transformaciones de Galileo. (4)
> Toda fórmula de la mecánica cuántica debería corresponder a alguna fórmula clásica. (5)
> Si una teoría de campo local es invariante desde el punto de vista relativista, también es invariante respecto de la inversión conceptual combinada de carga, tiempo y paridad. (6)

Estos enunciados y muchos otros –algunos descriptivos, otros prescriptivos– a menudo se tratan a la par de los enunciados objeto de una teoría. Sin embargo, es obvio que se trata de *metaenunciados*, vale decir que se refieren a otros enunciados. [Advertencia: no todo metaenunciado pertenece a una metateoría. No ocurre con ninguno de los anteriores. Más aún, algunos metaenunciados pertenecen a teorías objeto, lo cual ocurre en las proposiciones (4) y (6). Para una confusión típica entre 'metaenunciado' y 'enunciado metateórico' véase Freudenthal (1971).] Más todavía, puesto que la relación de referencia no es transitiva, las proposiciones anteriores no se refieren al objeto del cual tratan sus referentes. Así pues, el enunciado (4) no es una ley del movimiento y (6) no es una ley de campo; en consecuencia, ninguno de ellos puede ponerse a prueba a través de la observación de objetos físicos. Esto sugiere que, a pesar del operacionismo, la semántica debe preceder la metodología: antes de proponer el problema de poner a prueba un enunciado, debemos saber a qué se refiere ese enunciado. Hasta aquí llegamos con esto, por el momento.

En conclusión, $\mathscr{R}$ no es ni reflexiva ni simétrica ni transitiva y, por cierto, no parece tener ninguna otra característica formal determinada. Se trata de una relación desvaída y, como tal, no se presta al desarrollo de una teoría. En consecuencia, nuestros comentarios en esta sección serán intuitivos. Para obtener regularidad, introduciremos la función de referencia. Esto se hará en la Sección 3, pero antes tenemos que echar un vistazo más detallado a $\mathscr{R}$.

2.2. Referencia inmediata y referencia mediata

Considérese una teoría específica, o modelo teórico *t*, de un sistema concreto *s*. Toda teoría de este tipo «define» un modelo objeto *m*, o imagen conceptual de *s*, del cual se espera que capture algunos de los rasgos de *s*. Podemos decir que, mientras que el *referente inmediato* de *t* es el modelo objeto *m*, el *referente mediato* o remoto de *t* es la cosa real *s* (Bunge, 1967a). La Tabla 2.1 ilustra la idea.

TABLA 2.1
Ejemplos de referencia inmediata y mediata

Modelo teórico *t* o teoría específica	Modelo objeto *m* = referente inmediato de *t*	Sistema real *s* = referente inmediato de *m*. = referente mediato de *t*.
Teoría de la empresa	Grafo dirigido	Empresa
Teoría del contagio	Ecuación de difusión	Epidemias
Ecuaciones de predación de Volterra	Sistema predador-presa en un entorno constante	Sistema conejo-zorro u otro sistema ecológico semejante
Teoría de las dioptrías del ojo	Sistema de lentes	Ojo de los mamíferos
Magnetostática de los dipolos magnéticos	Dipolo magnético	Campo magnético terrestre

En todos los casos como estos (*a*) las fórmulas del modelo teórico (teoría específica) tratan directamente del propio modelo objeto y, en forma mediata, de la cosa modelada: por ejemplo, un teorema de la teoría de la empresa puede referirse al grado de un vértice del árbol jerárquico de la empresa; (*b*) las fórmulas son verdaderas con respecto al modelo

(por ejemplo, la economía conejo-zorro sin perturbaciones), pero solo de manera aproximada a la cosa real, por ejemplo, el sistema conejo-zorro en un entorno variable, sujeto a sequías, virus, etc.; (*c*) la relación de referencia es válida entre cada par: $\mathscr{R}tm$ & $\mathscr{R}ms$ & $\mathscr{R}ts$, aun cuando no sea transitiva.

2.3. Clase de referencia

Se llama clase de referencia al conjunto de referentes de un constructo dado *c*. De manera más explícita, introducimos la

DEFINICIÓN 2.1 Si *c* es un constructo, la *clase de referencia* de *c* es el conjunto de objetos a los que *c* se refiere (o la colección de elementos con los cuales *c* mantiene $\mathscr{R}$), vale decir la clase de relación [*c*] de *c* relativa a $\mathscr{R}$:

Si *c* pertenece a *C*, entonces $[c] =_{df} \{x \in \Omega \mid \mathscr{R}cx\} = \overleftarrow{\mathscr{R}}`c$.

DEFINICIÓN 2.2 Un constructo *c se refiere parcialmente* a una clase $A \subset \Omega$ sii *A* está incluida en la clase de referencia de *c*, vale decir si $A \subseteq [c] = \overleftarrow{\mathscr{R}}`c$.

Algunos constructos se refieren a una única clase natural, mientras que otros tratan de clases heterogéneas. [No nos disculparemos por utilizar el concepto de clase natural, que es esencial para la ciencia, sino que dejaremos su dilucidación a la ontología. (Véase el Volumen 3, Capítulo 3, Sección 3.3).] Por ejemplo, la clase de referencia de "viscoso" es el conjunto de fluidos, mientras que la de "escribir" está compuesta por el conjunto de personas y el conjunto de símbolos escritos. Esta diferencia está consagrada en la siguiente

DEFINICIÓN 2.3 Se dice que una clase de referencia es *homogénea* sii está compuesta de elementos de una única clase natural.

DEFINICIÓN 2.4 Se llama *inhomogénea* a una clase de referencia no vacía sii no es homogénea.

Todos los enunciados de las ciencias fácticas poseen una clase de referencia que se supone no vacía aun cuando, tras una investigación más profunda, se muestre que esa clase está vacía. Por esta razón, a menudo es aconsejable hablar de clases de referencia *hipotéticas* (o supuestas).

[En el ámbito anglófono,] frecuentemente se llama *intended reference* a una clase de referencia hipotética. No es conveniente utilizar la primera expresión en semántica, puesto que sugiere el concepto psicológico de intención.† (El que alguien tenga o no la intención de considerar que la hipótesis de que un constructo dado posee cierta clase de referencia es asunto de la psicología.) La clase de objetos para los cuales son verdaderos un enunciado o una teoría puede llamarse su *clase de referencia real*.

Dado que una teoría científica es un conjunto de enunciados fácticos (con una estructura deductiva), toda teoría de este tipo posee una clase de referencia. Esta clase o bien es conocida o bien se supone que no está vacía. Si la suposición todavía no ha sido justificada, la propia teoría puede guiarnos hacia sus referentes. Por ejemplo, una teoría acerca de una hipotética especie biológica extinta resultará decisiva para la búsqueda de las pruebas fósiles pertinentes con respecto a la hipótesis. Si resultara que esa hipótesis es falsa, la clase de referencia real de la teoría se reduciría a la nada, pero la clase de referencia supuesta seguiría siendo no vacía, aunque indeterminada y sin utilizar, por lo menos hasta nuevo aviso.

En ocasiones se llama a la clase de referencia –supuesta o real– de una teoría la *ontología* de esa teoría. Se trata de un nombre inapropiado, puesto que una ontología no es un conjunto de cosas, sino una teoría filosófica acerca de las características fundamentales del mundo. En términos estrictos, la *ontología de una teoría científica* es el conjunto de hipótesis ontológicas (metafísicas, cosmológicas) presupuestas o permitidas por la teoría. (Véase Bunge, 1973b.) Por ejemplo, la clase de referencia de la electrodinámica clásica está constituida por el conjunto de los cuerpos y el conjunto de los campos electromagnéticos. En cambio, la ontología de esa misma teoría está compuesta por generalizaciones muy diversas, tales como «Toda cosa es o bien un cuerpo o bien un campo o bien un compuesto de cuerpo y campo», «El mundo es un *plenum*, no una colección de átomos en el vacío», «Salvo en los contornos, todas las propiedades son continuas», «Todas las propiedades están interrelacionadas de modo legal», etc. Sistemas alternativos de la electrodinámica pueden tener diferentes clases de referencia o no. Si un cambio en una teoría

† Desde luego, esta precaución no es necesaria en el idioma castellano, pues el riesgo de confusión contra el cual advierte el autor (cuyo origen consiste en que *intended* proviene de *to intend* = "tener la intención de") no se presenta en esta lengua. [*N. del T.*]

científica involucra un cambio en su clase de referencia, la ontología asociada puede cambiar o no. (Por ejemplo, en la electrodinámica la acción a distancia no involucra el concepto de campo y, en consecuencia, su ontología está más cercana al atomismo griego que a las cosmologías plenistas de Aristóteles o Descartes. En cambio, el número exacto de clases de partículas elementales y sus precisas propiedades no son pertinentes para la metafísica.) La misma teoría científica es consistente con un gran número de ontologías, aunque todas de un mismo tipo. Si bien la ciencia establece su propia metafísica, lo hace únicamente a manera de esbozo: hay una libertad considerable.

Las reflexiones anteriores acerca de la relación entre la clase de referencia de una teoría y sus ontologías no son válidas para las ciencias formales. Las clases de referencia que aparecen en la lógica y la matemática están constituidas por objetos conceptuales. Por ejemplo, la clase de referencia de la lógica proposicional es el conjunto de todas las proposiciones, la teoría de los números se ocupa de números, la topología trata de espacios topológicos y así sucesivamente. En general, en ciencias formales, $\mathscr{R}$ nunca señala nada fuera de la ciencia formal. En otras palabras, dentro de las ciencias formales, $\mathscr{R}$ aparea constructos con constructos, o sea $E(R) \subseteq C \times C$. Otra manera de decirlo es que adoptamos la

TESIS 2.1 *Si c es un constructo de una ciencia formal (lógica o matemática), entonces* $[c] = \overleftarrow{\mathscr{R}}`c \subseteq C$.

Este es el postulado del carácter formal (no fáctico y, con mayor razón, no empírico) de la lógica y la matemática. (Cf. Kraft, 1970.) Si se acepta la tesis de la autonomía de las ciencias formales, queda claro (*a*) por qué las semánticas de la lógica y la matemática, vale decir la teoría de modelos (lo que incluye la teoría de la verdad de Tarski), no resultan pertinentes en relación con la semántica de las ciencias fácticas; (*b*) por qué las teorías lógicas y matemáticas no se ponen a prueba en el laboratorio y (*c*) por qué la lógica y la matemática no tienen ontologías asociadas, puesto que las ontologías son, por definición, teorías acerca de los *entia* o existentes. (Si se insiste en hablar de 'ontología de los objetos formales', se la tiene que identificar con la ciencia formal, no con la rama de la filosofía.) Sin embargo, todo esto es controvertido y lo retomaremos nuevamente, en particular en el Capítulo 10, Sección 4.

2.4. Referencia fáctica y variable objeto

Los elementos fácticos, tales como las cosas y los acontecimientos, se caracterizan de modo conveniente como no conceptuales. De modo más preciso, introducimos la

DEFINICIÓN 2.5 La totalidad F de *objetos fácticos* es el subconjunto de Ω formado por los elementos no conceptuales, tal que F sea disjunta de C:

$$F =_{df} \{x \in \Omega \mid \neg(x \in C)\}.$$

Si un concepto, enunciado o teoría se refiere a uno o más objetos fácticos, se dirá que es *fáctico/a*. La subrelación $\mathscr{R}_F$ de referencia fáctica aparea constructos con objetos fácticos, es decir su extensión está contenida en el conjunto de pares constructo-hecho:

$$\mathscr{E}(\mathscr{R}_F) \subseteq C \times F.$$

Este concepto particular de referencia se presenta con un concepto particular de clase de referencia, según lo caracteriza la

DEFINICIÓN 2.6 Si c es un constructo, la clase de referencia fáctica de c es el conjunto de objetos fácticos a los que c se refiere:

$$c \in C \Rightarrow [c]_F = \overleftarrow{\mathscr{R}}_F c =_{df} \{x \in F \mid \mathscr{R}cx\} \subseteq F.$$

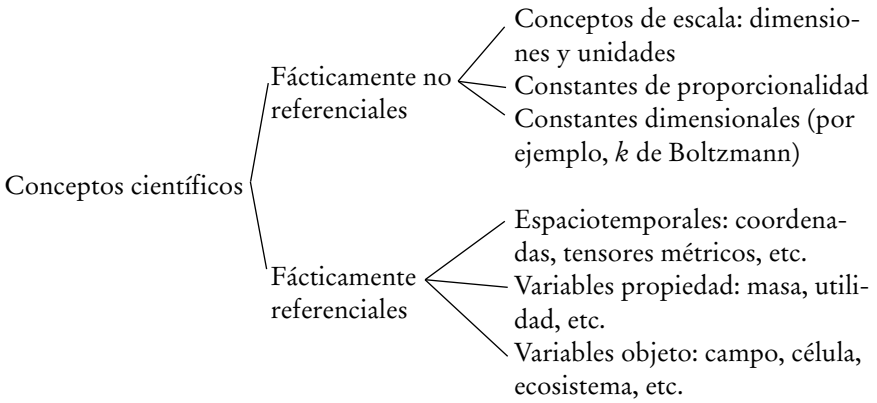
La ciencia fáctica contiene conceptos referenciales fácticos, tales como el de atención, así como conceptos con una referencia fáctica vacía, tales como "2". Lo mismo vale para la metafísica u ontología. El poseer una clase de referencia fáctica no vacía basta para que un constructo pertenezca o bien a la ciencia o bien a la metafísica. De manera más explícita, afirmamos la

TESIS 2.2 Si $c \in C$ y $\emptyset \subset [c]_F \subseteq F$, entonces *c pertenece a las ciencias fácticas o a la metafísica.*

Poseer una forma matemática precisa no es ningún indicio de un estatus ontológico determinado: un concepto fáctico, vale decir un concepto con referentes fácticos, puede tener una forma matemática precisa,

en tanto que un concepto no fáctico puede no tenerla. Hasta hace un siglo, algunos de los conceptos del cálculo infinitesimal se encontraban en esta situación.

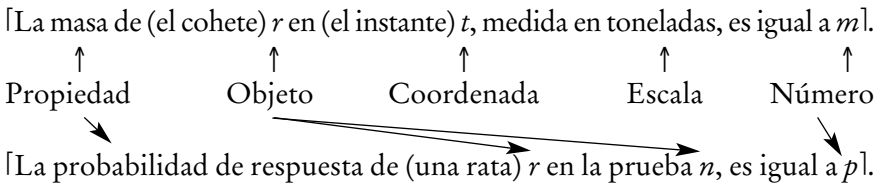
Con frecuencia, los conceptos científicos se dividen en constantes y variables. Muchos de ellos –sean del primer tipo o del segundo– son conceptos cuantitativos y a la mayoría de estos se les asignan dimensiones y unidades. De tal modo, el valor dimensional de la velocidad es LT^{-1} y la unidad de velocidad estándar es $cm\ s^{-1}$. Pero las dimensiones y las unidades no proveen un indicio preciso acerca del estatus semántico: toda razón de magnitudes con el mismo valor dimensional carece de dimensión, por lo que también carece de unidades, aun cuando pueda atañer a un objeto concreto. Y las constantes dimensionales, como la constante gravitatoria γ, no son el valor de una propiedad de un sistema físico, por lo que carecen de referencia fáctica, a pesar de que aparecen en enunciados legales (Bunge, 1967b). Una partición semántica adecuada de los conceptos específicos o técnicos de las ciencias fácticas es la que se ofrece a continuación:



Lo que, de modo algo inadecuado, hemos llamado conceptos de escala, tales como *L* y *cm*, no poseen referencia fáctica. Se trata de ingredientes de otros conceptos que sí poseen una referencia fáctica. Así pues, las velocidades, con valor dimensional LT^{-1} y medidas en una unidad apropiada, siempre son velocidades de algo. Este algo, del cual habitualmente el contexto ofrece pistas, es, desde luego, el referente de "velocidad": coche, onda lumínica o aquello de lo que pueda tratarse. En cambio, las constantes de proporcionalidad y las constantes dimensionales,

sean o no universales (independientes de todo material particular), son fácticamente no referenciales: no se refieren a nada en especial. De tal modo, a diferencia de la velocidad de la luz o la carga eléctrica *del* electrón, la constante *k* de Boltzmann no es el valor de una propiedad de un sistema físico.

Las variables que son fácticamente referenciales pueden clasificarse, a su vez, en: (*a*) *variables objeto*, que se refieren a cosas tales como fotones o personas; (*b*) *variables propiedad*, que representan propiedades de cosas concretas y relaciones entre estas, y (*c*) *variables espaciotemporales*, que se refieren al marco fundamental del universo. Es probable que se presenten las tres clases de variables en un único enunciado. Ejemplos:



La variable (o constante, cualquiera sea el caso) objeto no se indica, habitualmente, de manera explícita, excepto cuando hay involucrada una gran cantidad de individuos, átomos, ratas, naciones), en cuyo caso a cada cosa se le asigna un numeral, una letra o algún otro símbolo, como en el caso de $\lceil P_i$ es la población del iésimo país$\rceil$. Sin embargo, de todas estas variables, las variables objeto son las más importantes. Sin ellas, las variables propiedad carecerían de fundamento y las variables espaciotemporales serían constructos puramente matemáticos. En efecto, una propiedad que no sea una propiedad puramente formal (matemática) es una propiedad de algún individuo concreto, ya sea real o conjetural. Y las variables espaciotemporales que aparecen en la ciencia fáctica poseen un sustento similar, aunque menos obvio. De tal modo, en la física, todo valor de una distancia es una distancia entre dos puntos de un sistema concreto. Y un intervalo de tiempo es la separación temporal entre dos acontecimientos, uno de los cuales puede tomarse como el inicio de un proceso. Sin cosas, no hay propiedades ni acontecimientos, ni espacio ni tiempo. Sin embargo, en el caso de las variables espaciotemporales, usualmente es posible y conveniente fingir que el marco espaciotemporal está dado con anterioridad a –y de manera independiente de– las cosas y los acontecimientos. Si se la toma de modo literal, esta ficción (la hipótesis de un espacio y un

tiempo absolutos), tiene como resultado una ilusión de ausencia de cosas y, por ende, de ausencia de referencia fáctica. La ilusión se desvanece a través de un análisis de los fundamentos de los conceptos espaciotemporales y por medio de la construcción metafísica asociada de una teoría relacional del espaciotiempo, vale decir una teoría según la cual el espacio y el tiempo están definidos sobre la clase de los hechos. Sin este fundamento metafísico, el análisis semántico de los enunciados que contienen variables espaciotemporales estaría incompleto y resultaría engañoso. Así pues, la semántica y la metafísica, lejos de ser mutuamente excluyentes, son complementarias. (Más en el Capítulo 10, Sección 4.)

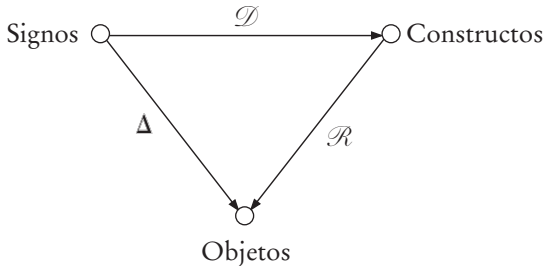
2.5. Denotación

Considérese la siguiente tabla.

Objeto lingüístico	$\rightarrow \mathscr{D} \rightarrow$	Constructo	$\rightarrow \mathscr{R} \rightarrow$	Objeto
Nombre propio		Concepto individual		Individuo
Símbolo de predicado		Predicado		Propiedad
Oración declarativa		Proposición		Conjunto de hechos

Las relaciones $\mathscr{D}$ de designación y $\mathscr{R}$ de referencia pueden ser acopladas para producir una relación que aparee signos con objetos. Esta relación, que designaremos mediante Δ, se interpretará como el producto (relacional) de $\mathscr{D}$ y $\mathscr{R}$. O sea, adoptamos la

DEFINICIÓN 2.7 Sea Σ^{**} el conjunto de expresiones de un lenguaje conceptual. La relación Δ, cuyo dominio es Σ^{**} y su codominio el conjunto $\mathscr{P}(\Omega)$ de clases de objetos, tal que $\Delta = \mathscr{D} \cap \mathscr{R}$, se llama relación de *denotación*.



Cuando el denotatum de un signo es conceptual, Δ coincide con $\mathbb{D}$. Así pues,

'3' designa "3" = '3' denota "3".

En otras palabras, en las ciencias formales no hay diferencia entre designación y denotación. Pero tan pronto un constructo se refiere a un objeto extraconceptual, la diferencia se hace patente y, con ella, también se hace patente la impotencia de la semántica de las ciencias formales para dar razón de las ciencias fácticas. Este concepto de denotación tiene la ventaja de que no se lo puede confundir con las nociones de referencia y extensión, tal como ocurre con frecuencia con la noción presistemática de denotación (Geach, 1962). Ahora podemos utilizarla, aunque no la necesitaremos a menudo.

2.6. Referencia y pruebas empíricas

Debe mantenerse la distinción entre clases de referencia y cuerpos de pruebas empíricas o clases de pruebas empíricas. Así pues, una hipótesis acerca del último período glacial no se refiere a las marcas dejadas en las rocas por los glaciares o a la distribución actual de ciertas especies de plantas. De igual modo, no debe confundirse una teoría sobre la esquizofrenia con una teoría sobre sus manifestaciones conductuales. Esto parece obvio y ha sido señalado con anterioridad (Feigl, 1950); con todo, se lo ha discutido y algunos operacionistas recalcitrantes todavía lo niegan.

En general, la clase de referencia de una teoría científica no coincide con el cuerpo de pruebas empíricas pertinente respecto de ella, el cual puede ser nulo. Las relaciones involucradas son radicalmente diferentes: mientras que la relación de referencia fáctica aparea constructos con hechos o cosas, la relación de prueba tiene como dominio el *subconjunto* de los hechos observables y como codominio un subconjunto de la totalidad de los constructos. (Véase la figura 2.1.) En otras palabras, solo algunos hechos –a saber aquellos accesibles a la observación– cuentan como prueba a favor o en contra de un enunciado que se refiere a una clase dada de hechos.

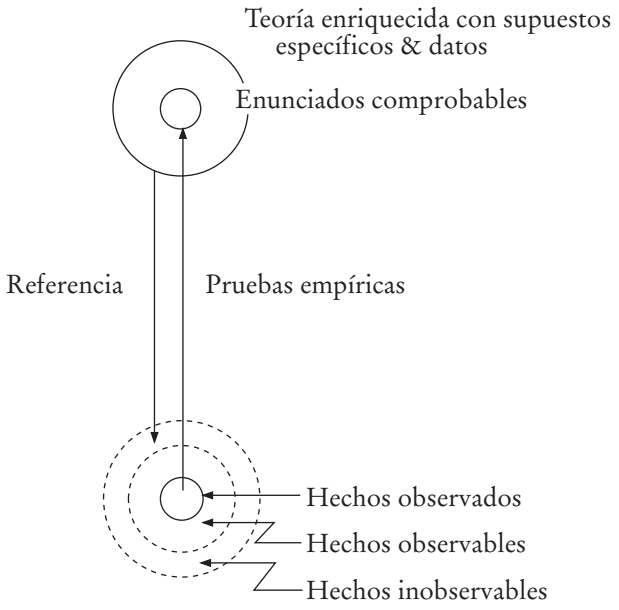


Figura 2.1. La referencia es, en el mejor de los casos, la recíproca de las pruebas empíricas.

Y solamente algunos de los enunciados de una teoría, aun cuando se les añadan supuestos específicos y datos, pueden someterse a comprobaciones empíricas: el resto debe contentarse con las pruebas indirectas, si las hay disponibles. (Para más detalles, véase Bunge, 1967a, Capítulo 5, Sección 5.6; Capítulo 8, Sección 8.4; Capítulo 12; 1973a, Capítulo 2 y 1973b, Capítulo 10.) En resumen, *Referencia* ≠ *Pruebas empíricas*. En consecuencia, *Clase de referencia* ≠ *Clase de pruebas empíricas*.

Las diferencias entre referencia y pruebas empíricas se comprenden mejor en relación con una teoría cualquiera atinente a entidades que no sean accesibles a la observación directa, tal como las teorías microfísicas y las teorías económicas. En este caso, la comprobabilidad de la teoría no depende tanto del tamaño y el tipo de su clase de referencia como de la existencia de teorías auxiliares capaces de cubrir la brecha entre los referentes hipotéticos y sus correlatos observables, así como de las técnicas experimentales capaces de activar y registrar esos apareamientos inobservable-observable.

El tamaño de la clase de referencia de una teoría es impertinente para la comprobabilidad de la teoría. De tal modo, una teoría que explique un único proceso, tal como la formación de nuestra Luna o el desmoronamiento del Imperio norteamericano, puede tener un cuerpo de pruebas empíricas considerable. Por otra parte, una teoría acerca de un número extremadamente grande de individuos, como en el caso de los neutrinos, sin duda tendrá una clase de pruebas empíricas comparativamente pobre a causa de la debilidad de las interacciones entre los neutrinos y otras cosas. En resumen, el tamaño de la clase de referencia de una teoría científica no provee indicio alguno acerca de su comprobabilidad. De modo recíproco, el tamaño de la clase de pruebas empíricas de una teoría resulta de poca ayuda para determinar su clase de referencia.

En consecuencia, es innecesario, aunque no imposible, profundizar la relación comprobabilidad-referencia. Todo lo que podemos hacer es emitir mensajes de advertencia y enunciar la siguiente

TESIS 2.3 Si una teoría es comprobable empíricamente, posee una clase de referencia hipotética no vacía.

La recíproca es falsa: la referencia hipotetizada no asegura la comprobabilidad. (De tal modo, podemos imaginar cosas que son inescrutables en principio, como el alma de las plantas, y teorizar acerca de ellas.) La referencia no vacía es, pues, condición necesaria para la comprobabilidad empírica. Pero es insuficiente. En consecuencia, antes de preguntar por la posibilidad de poner a prueba una teoría, tenemos que averiguar a qué se refiere esa teoría. (Imagínese el lector tratando de diseñar un experimento para poner a prueba una hipótesis sin referencia definida, como en el caso de una conjetura sobre un mundo posible.) Consecuencia para la filosofía: *La semántica de la ciencia debe preceder a la metodología de la ciencia*. Esta conclusión contradice la llamada doctrina del significado por verificación, según la cual el significado (y, especialmente, la referencia) de un enunciado consiste en la manera en que se lo verifica o, de modo más general, en como se lo pone a prueba. Esta doctrina ha sido un obstáculo para el desarrollo de la semántica, porque ha confundido cuestiones de semántica, tales como las de sentido y referencia, con problemas de metodología, tales como el de la comprobabilidad empírica. (Peor aún: ha dejado esta última sin analizar). La semántica positivista tuvo su oportunidad y fracasó. Démosle ahora una oportunidad a la semántica realista.

2.7. Pistas engañosas en la búsqueda de referentes

Antes de tomarnos la molestia de desarrollar una teoría de la referencia, deberíamos revisar si alguna de las concepciones disponibles sobre el asunto puede ayudarnos a identificar los referentes de una fórmula científica cualquiera. Hagamos, pues, una revisión rápida –y, por ello, necesariamente algo injusta– de las opiniones más difundidas sobre la materia.

(i) *Gramaticismo*: «El denotatum de una oración es siempre denotado por el sujeto gramatical». Esta concepción es falsa, si los predicados gramaticales se consideran unitarios, parcialmente verdadera si se tiene en cuenta su real complejidad. De tal modo, la gramática tradicional nos diría que el referente de ⌜La mujer es más dulce que el hombre⌝ es el bello sexo, cuando en realidad el enunciado se refiere a ambos sexos. Una adecuada expansión de las nociones de predicado gramatical y sujeto podría ayudarnos en el caso de las expresiones del lenguaje ordinario. Pero resultaría insuficiente para identificar los referentes de un enunciado envuelto en lenguaje matemático: la gramática no puede y no pretende alcanzar la sutil estructura accesible a la matemática. Sería absurdo pedir al gramático que averiguara la clase de referencia de, por ejemplo, una distribución de Gauss o una ecuación diferencial. Solo un análisis de la teoría íntegra en la que aparece la fórmula podría conseguir el resultado deseado. Y ese análisis, que se encuentra dentro del dominio de la semántica de la ciencia, escapa al ámbito de la gramática, aun de una como la de Chomsky.

(ii) *Psicologismo*: «Búsquese el objeto intencional, vale decir el objeto de conciencia asociado a un constructo dado». Esta receta de Brentano es definitivamente engañosa: una misma fórmula puede ser «leída» de maneras diferentes por personas diferentes. En otras palabras, el referente hipotético [*intended referent*] de un constructo no solo depende del constructo, sino también de la persona que lo piensa y las circunstancias en las que él o ella están pensando. Esto interesa a la psicología, no a la semántica: esta última se ocupa de los referentes hipotéticos, pero posiblemente reales, de los constructos.

(iii) *Pragmatismo lingüístico*: «Ninguna expresión puede referir por sí sola: únicamente un usuario, en circunstancias definidas, puede atri-

buir un referente a una expresión. En consecuencia, es el acto de referir, y no la referencia, el que debe ser objeto de análisis semántico». Si bien es verdad que las expresiones no poseen referencia a menos que alguien las use, no hay nada malo en abstraerse de los usuarios y las circunstancias para hablar de la clase de referencia de un constructo como un conjunto fijo. De seguro, no existirían teorías científicas si no existieran seres con la capacidad de desarrollarlas y utilizarlas. Con todo, la objetividad de esas teorías depende, por cierto, de que se les atribuyan clases de referencia de las cuales se supone (correcta o incorrectamente) que están constituidas por entidades reales. (Aquí está involucrado el concepto de objetividad semántica. El de objetividad metodológica nos ocupará en el Capítulo 10, Sección 1.2). Paradójicamente, no hay objetividad sin abstracción de los usuarios y las circunstancias. Si alguien afirma que una teoría dada se refiere a *A* en lugar de *B*, se espera que esa persona justifique su afirmación mediante el análisis de los supuestos iniciales de la teoría y no que analice sus propios actos de habla. Las hipótesis de referencia tienen que ser impersonales y abiertas al examen público.

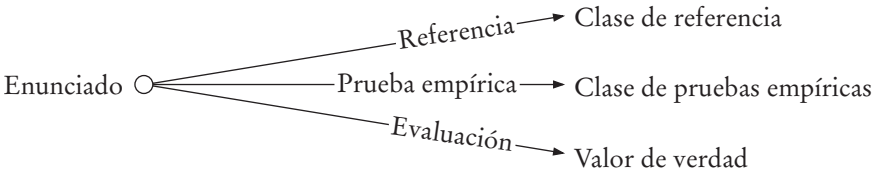
(iv) *Operacionismo clásico*: «El significado (= denotación) de un trozo de ciencia ha de buscarse en las operaciones cuyo fin es ponerla a prueba: una fórmula no tiene significado a menos que se especifiquen los procedimientos para verificarla». Esta afirmación se reduce a la confusión entre referencia y prueba empírica ya criticada en la Sección 2.6. Además, el criterio operacionista no nos ayuda a identificar los referentes hipotéticos de un predicado, puesto que los predicados no son comprobables. También es engañoso en relación con los enunciados, puesto que desvía nuestra atención de la referencia a la prueba empírica: de la cosa real (por ejemplo, amar) a sus manifestaciones observables (por ejemplo, sonrojarse), de los hechos a los documentos acerca de esos hechos. La puesta a prueba empírica tiene que estar precedida por los análisis de la referencia: sin saber o suponer aquello de lo que trata un enunciado, no sabríamos cómo ponerlo a prueba.

(v) *Frege*: «Los enunciados denotan (*bedeuten*) valores de verdad». Mientras que los nombres y las descripciones definidas pueden denotar objetos, la denotación (*Bedeutung*) de un enunciado es o bien una verdad o bien una falsedad. Así pues, la descripción "2^2" denota el número

cuatro, el enunciado $\lceil 2^2 = 4 \rceil$ denota verdad y lo mismo ocurre con $\lceil 2 > 1 \rceil$. En consecuencia,

$$(2^2 = 4) = (2 > 1)$$

«es una ecuación correcta» [Frege, (1891) en Angelelli, p. 132]. La ambigua utilización del término 'denotación' y la absurdidad a la que lleva no merecerían comentario alguno si no fuese porque este desliz se ha inflado hasta constituir una doctrina que ha confundido a muchos semantistas contemporáneos. Moraleja: manténganse la referencia y el valor de verdad separados. (Otra: hónrense los aciertos del gran hombre, no sus errores.) Un enunciado *posee* una clase de referencia, puede resultar *apoyado* (o *minado*) por una clase de pruebas empíricas y se le puede *atribuir* un valor de verdad.



(vi) *Fenomenología*: «Los referentes son una molestia: sencillamente, pongámoslos entre paréntesis». Según Husserl, para obtener una visión espiritual directa de una esencia (*Wesensschau*), tenemos que descartar (*auslammern*) el mundo externo y abandonar todo conocimiento previo del objeto. Sin comentarios.

Conclusión: Las concepciones difundidas acerca de la referencia, especialmente el operacionismo y la perspectiva de Wittgenstein, no nos ayudan a identificar los referentes de un constructo. Más aún, resultan engañosas. Peor aún: tampoco nos sirve de ayuda ninguno de los elaborados y articulados sistemas de semántica, especialmente en relación con los constructos científicos. Así pues, Carnap (1942, 1947), cuyo trabajo, no cabe duda, fue exacto, elaborado y sistemático, no propuso una teoría de la referencia y tampoco estaba interesado en el tema. Esto puede haber sido así a causa de la errónea impresión de que la referencia no presenta ningún problema auténtico. Ello puede ser cierto en los

casos del lenguaje ordinario y la matemática, pero los constructos científicos, que se encuentran en medio, sí que representan un desafío, tal como vimos en la Sección 1. Aceptemos, pues, ese desafío.

3. Las funciones de referencia

3.1. Desiderata

Considérese la tabla que se ofrece unas líneas más abajo.

Lo primero que se ha de advertir es que distinguimos tácitamente entre referencia y extensión. De tal modo, en la segunda fila afirmamos que "Clarividencia" trata de clarividentes y afines, sin afirmar que tales individuos existan. Más aún, si se nos instara a ello, podríamos admitir que la extensión de ese predicado es nula, a la vez que insistir en que su clase de referencia hipotética está compuesta por individuos que afirman poseer esa capacidad. Del mismo modo, en la séptima fila, hablamos de entidades hipotéticas llamadas quarks, las cuales, al momento de escribir estas líneas, no han sido identificadas en el laboratorio: la extensión de "Quark" es desconocida. En forma abreviada: como regla $\mathscr{R}(c) \neq \mathscr{E}(c)$, donde $\mathscr{R}$ y $\mathscr{E}$ designan las funciones de referencia y extensión respectivamente. En esto, seguimos a Buridan (cf. Geach, 1962).

Constructo	Referente(s)
1. Humano	La humanidad
2. Clarividencia	Los clarividentes, adivinos, etc.
3. Conducción	Los cuerpos
4. La luna es redonda	La luna
5. La luna es redonda o el gato está gordo	La luna y el gato
6. La luna es redonda y el gato está gordo	La luna y el gato
7. Todos los quarks poseen carga	Los quarks
8. Nadie ha observado un quark hasta el momento	Los quarks y las personas
9. Algunas personas detestan a los animales	Las personas y los animales
10. Nadie detesta a los animales	Las personas y los animales

En segundo lugar, puede observarse que la referencia es bastante insensible a los conectivos proposicionales, es decir a la estructura proposicional gruesa de un enunciado. Obsérvense las líneas 5 y 6: a la disyunción y a la conjunción de dos enunciados dados se les atribuyen los mismos referentes. Y las líneas 9 y 10 sugieren que a un enunciado y a su negación se les debería atribuir los mismos referentes, lo cual es razonable, puesto que tratan de las mismas cosas. Finalmente, las líneas 7 y 8 sugieren que no se debe confundir un enunciado teórico con uno pragmático: mientras que del primero se supone que tiene una referencia objetiva, el segundo tratará, al menos parcialmente, del sujeto cognoscitivo.

Este y otros ejemplos sigieren que una teoría de la referencia debe satisfacer los siguientes desiderata.

*D*1 La teoría debería definir por lo menos una función de referencia, no solo una relación, si ha de permitirnos computar la clase de referencia de un predicado complejo o una fórmula compleja, a partir de las clases de referencia supuesta de sus componentes.

*D*2 El recorrido de la función (o funciones) de referencia debería ser un conjunto de conjuntos, en lugar de una colección Ω de objetos, puesto que un único constructo puede referirse a toda una clase de cosas.

*D*3 La clase de referencia de un enunciado y de su negación debería ser la misma.

*D*4 La clase de referencia de un compuesto proposicional arbitrario debería ser igual a la unión de las clases de referencia de los componentes.

*D*5 La clase de referencia de una relación debería ser igual al campo de esta última.

Las funciones que se introducirán en la siguiente subsección mostrarán que satisfacen los anteriores desiderata.

3.2. Principios y definiciones

Necesitamos dos funciones de referencia, una para los predicados y otra para los enunciados. Estos dos tipos de constructos están relacionados de la manera siguiente (cf. Capítulo 1, Sección 2.2). Un predicado *P n*-ario es una función

$$P: A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n \rightarrow S$$

de *n*-tuplas de objetos (individuos) a enunciados, tal que el valor de *P* en $\langle a_1, a_2, \ldots, a_n \rangle$ de $A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n$ sea el enunciado atómico $Pa_1 a_2 \ldots a_n$ de *S*. La función de referencia para predicados se definirá sobre un conjunto de predicados y la función para enunciados se definirá sobre el conjunto de enunciados formados con esos predicados. La primera es introducida por la

DEFINICIÓN 2.8 La *clase de referencia de un predicado* es la colección de sus argumentos. Más precisamente, sea $\mathbb{P}$ una familia de predicados *n*-arios con dominio $A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n$. La función

$$\mathcal{R}_p: \mathbb{P} \rightarrow \mathcal{P}(\bigcup_{1 \leq i \leq n} A_i)$$

de los predicados al conjunto potencia de la unión de los factores cartesianos de los dominios de esos predicados, se llama *función de referencia de los predicados* sii está definida para todo *P* de $\mathbb{P}$ y

$$\mathcal{R}_p(P) = \bigcup_{1 \leq i \leq n} A_i.$$

Ejemplo 1 $\mathcal{R}$(Mutar) = Organismos. *Ejemplo 2* Definir una relación binaria < sobre un conjunto *A*. Entonces, la clase de referencia de < es *A*. *Ejemplo 3* Sea una función $F: A \rightarrow B$. Puesto que es un caso particular de una relación sobre $A \times A$, $\mathcal{R}_p(F) = A \cup B$.

DEFINICIÓN 2.9 Sea $\mathbb{P}$ una familia de predicados *n*-arios con dominio $A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n$ y *S* la totalidad de los enunciados formados con ellos. La función

$$\mathcal{R}_s: S \rightarrow \mathcal{P}(\bigcup_{1 \leq i \leq n} A_i)$$

se llama *función de referencia de los enunciados* sii está definida para todo *s* de *S* y satisface las condiciones siguientes:

(i) Los referentes de un *enunciado atómico* son los argumentos de los predicados involucrados. Más precisamente, para toda fórmula atómica $Pa_1 a_2 \ldots a_n$ de *S*

$$\mathcal{R}_s(Pa_1 a_2 \ldots a_n) = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}.$$

(ii) La clase de referencia de un *compuesto proposicional* arbitrario es igual a la unión de las clases de referencia de sus componentes. Más exactamente, si $s_1, s_2, \ldots, s_m$ son enunciados de S y si ω es una operación proposicional m-aria,

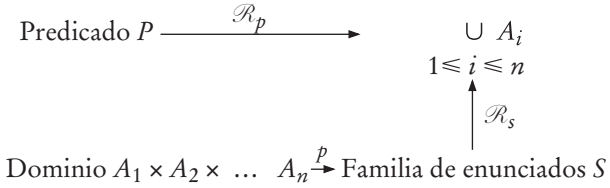
$$\mathscr{R}_s[\omega(s_1, s_2, \ldots, s_m)] = \bigcup_{1 \leq j \leq n} \mathscr{R}_s(s_j).$$

(iii) La clase de referencia de una *fórmula cuantificada* es igual a la clase de referencia del predicado que aparece en dicha fórmula. De manera más explícita, si P es un predicado n-ario en $\mathbb{P}$ y los Q_i, para $1 \leq i \leq n$, son cuantificadores arbitrarios, entonces

$$\mathscr{R}_s[(Q_1 x_1)\,(Q_2 x_2)\ldots(Q_n x_n)\,Px_1 x_2 \ldots x_n] = \mathscr{R}_p(P).$$

Ejemplo 1. $\mathscr{R}_s$ (Venus es más grande que Marte) = {Venus, Marte}.
Ejemplo 2. $\mathscr{R}_s(p \,\&\, q) = \mathscr{R}_s(p \vee q) = \mathscr{R}_s(p) \cup \mathscr{R}_s(q)$.
Ejemplo 3. $\mathscr{R}_s$ (Todos los humanos son mamíferos) = Humanidad.
Más sobre esto en la próxima subsección y en la Sección 5.2.

Las relaciones entre los diversos conjuntos y funciones involucrados en las definiciones anteriores se resumen en el diagrama que se ofrece a continuación.



Comentario 1 En nuestra teoría no se asigna ningún referente a los constructos que, como el individuo x y el conjunto y que aparecen en el enunciado $\lceil x \in y \rceil$, no son predicados o enunciados. La razón de ello es que los propios individuos, así como la colección de esos individuos, tienen que funcionar como referentes. *Comentario 2* Según la Definición 9 (i), consideramos que $\lceil Pa \rceil$ se refiere al objeto llamado a, no al nombre 'a'. Uno podría sentir la tentación de introducir un símbolo nuevo, por ejemplo 'a', para el nominatum de a. Pero esto iniciaría una regresión al infinito. *Comentario 3* Nuestro análisis de la referencia puede aplicarse en todo contexto, ya sea «extensional» (verifuncional) o no. Por ejemplo,

$\mathscr{R}$ (Smith sabe que p) = {Smith, p}.

Un predicado epistémico binario E, tal como "conocer", "creer" o "dudar" se analizará como una función

E: Personas × Enunciados → Enunciados,

de donde

$\mathscr{R}$ (E) = Personas ∪ Enunciados

Nada hay de opaco en la referencia «oblicua» si se la analiza como un objeto múltiple, en lugar de uno simple. Más acerca de los contextos «intensionales» en el Capítulo 4, Sección 1.3. *Comentario 4* Nuestras definiciones de las funciones de referencia son necesarias pero no suficientes para una correcta identificación de los referentes de un constructo. Una identificación precisa requiere de algún fondo de conocimiento y este depende de nuestra metafísica. Considérese, en efecto, el enunciado que afirma que hace un tiempo agradable. El referente *ostensible* (o manifiesto o superficial) de este enunciado es el tiempo. Pero el tiempo no es una cosa: se trata del estado de una cosa. Los referentes *profundos* (u ocultos o genuinos) del enunciado dado son la atmósfera terrestre y la humanidad. De hecho, la proposición provista puede interpretarse como una abreviación de ⌜La atmósfera se encuentra en un estado agradable para los humanos⌝. El principio metafísico que subyace a este análisis de la proposición dada es que los referentes de los constructos fácticos son sistemas concretos (cosas). Para una concepción radicalmente diferente acerca de las relaciones entre la semántica y la metafísica, véase Shwayder (1961).

3.3. Algunas consecuencias

Pasaremos a extraer unas pocas consecuencias de nuestras Definiciones 8 y 9 de las funciones de referencia para predicados y para enunciados.

COROLARIO 2.1a La clase de referencia de la relación de igualdad (desigualdad) es igual al conjunto A sobre el cual = está definido:

$\mathscr{R}_p(=) = \mathscr{R}_p(\neq) = A$.

COROLARIO 2.1b La clase de referencia de un enunciado de desigualdad (igualdad) está constituida por los individuos a los que este se refiere. Es decir, si $a, b \in A$, entonces

$\mathscr{R}_s(a \neq b) = \{a, b\}$, $\mathscr{R}_s(a = b) = \{a\}$,

COROLARIO 2.2a La clase de referencia de la relación de pertenencia (membrecía) $\in$ es igual al universo U de conjuntos sobre el cual está definida:

$\mathscr{R}_p(\in) = U$.

COROLARIO 2.2b La clase de referencia de un enunciado de pertenencia de clase está constituido por los relata involucrados:

$\mathscr{R}_s(a \in A) = \{a, A\}$.

Comentario. Este último corolario suscita una aparente paradoja. Un enunciado de pertenencia es equivalente a un enunciado predicativo:

Pa sii $a \in \mathscr{E}(P)$, donde $\mathscr{E}(P) = \{x \mid Px\}$

es la extensión del predicado. Pero $\mathscr{R}_s(Pa) = \{a\} \neq \mathscr{R}_s(a \in A)$. Vale decir, *los equivalentes pueden tener diferentes clases de referencia*. ¿Y por qué no deberían ser diferentes, a menos que se confundiera la equivalencia con la identidad o la clase de referencia con la extensión? $\lceil Pa \rceil$ es equivalente, pero no idéntico, a $\lceil a \in \mathscr{E}(P) \rceil$, aunque solo sea porque los predicados involucrados en cada enunciado no solo tienen diferente rango, sino que también son de diferente tipo: mientras que P es aplicable a individuos, $\in$ relaciona individuos con conjuntos y, de tal modo, mezcla objetos de tipos diferentes. Moraleja: La clase de referencia que asignamos a un enunciado depende de la manera en que lo analicemos.

COROLARIO 2.3a La clase de referencia de una relación de conjuntos es igual a la unión de los conjuntos involucrados: Si ρ es una relación binaria entre los conjuntos A y B, entonces

$\mathscr{R}_p(\rho) = A \cup B$.

COROLARIO 2.3b La clase de referencia de un enunciado de relación de clases se compone de las clases involucradas:

$\mathscr{R}_s(\rho AB) = \{A, B\}$.

En particular,

$\mathscr{R}_s(A \subseteq B) = \{A, B\}$.

COROLARIO 2.4a La clase de referencia del predicado condicional $P \Rightarrow Q = \neg P \vee Q$ es igual al dominio compartido por P y Q. De modo más explícito, si P: $A \rightarrow S$ y Q: $B \rightarrow S$ son predicados unitarios de $\mathbb{P}$, entonces, dado que $P \Rightarrow Q$: $A \cap B \rightarrow S$,

$\mathscr{R}_p(P \Rightarrow Q) = \mathscr{R}_p(P) \cap \mathscr{R}_p(Q) = A \cap B$.

COROLARIO 2.4b La clase de referencia de un condicional universal es igual a la intersección de las clases de referencia de los predicados involucrados:

$\mathscr{R}_p[(x)\,(Px \Rightarrow Qx)] = \mathscr{R}_p(P) \cap \mathscr{R}_p(Q)$.

Ejemplo La clase de referencia de ⌈Todos los cuervos son negros⌉, así como la de su negación, es la clase de las aves, no la de las cosas negras ni ninguna otra. En efecto, el predicado "$C \Rightarrow N$" está definido sobre la intersección de los dominios de C y N, es decir sobre $\mathscr{R}_p(R)$, porque el dominio de C es Aves y el de N es Cosas. Más en la Sección 5.2.

COROLARIO 2.5a La clase de referencia de un predicado tautológico es igual a la unión de las clases de referencia de los predicados componentes, de lo que se sigue que, por lo general, no es vacía. En particular,

(i) $\mathscr{R}_p(P \vee \neg P) = \mathscr{R}_p(P)$,
(ii) $\mathscr{R}_p[(P)_{P \in \mathbb{P}}(P \vee \neg P)] = \cup_{P \in \mathbb{P}}\, \mathscr{R}_p(P)$.

COROLARIO 2.5b La clase de referencia de un enunciado tautológico es igual a la unión de las clases de referencia de los predicados involucrados, de lo que se sigue que, generalmente, no es vacía. En particular

(i) $\mathscr{R}_s[(x)\,(Px \vee \neg P\,x)] = \mathscr{R}_p(P)$,
(ii) $\mathscr{R}_s[(P)_{P\in\mathbb{P}}(x)\,(Px \vee \neg Px)] = \cup_{P\in\mathbb{P}}\,\mathscr{R}_p(P)$.

Comentario 1 La tautología de (i) es *válida en el dominio* de *P*, mientras que la de (ii) es válida en el dominio íntegro de la familia de predicados $\mathbb{P}$, es decir *es válida*, sin más. *Comentario 2* La clase de referencia y la extensión coinciden únicamente en el caso de los predicados tautológicos, o de las tautologías, que involucran predicados unitarios. Esta coincidencia parece ser una fuente importante de confusión entre clase de referencia y extensión.

COROLARIO 2.6a La clase de referencia de un predicado y la de su negación son la misma: si *P* pertenece a $\mathbb{P}$, entonces

$$\mathscr{R}_p(P) = \mathscr{R}_p(\neg P).$$

COROLARIO 2.6b La clase de referencia de un enunciado y la de su negación son la misma: si *p* pertenece a *S*, entonces

$$\mathscr{R}_s(p) = \mathscr{R}_s(\neg p).$$

Ejemplo $\mathscr{R}_s$ (Algunas personas son crueles) = $\mathscr{R}_s$ (Nadie es cruel) = Personas.

COROLARIO 2.7 La clase de referencia de un enunciado tautológico singular, o la de su negación (la contradicción correspondiente), es igual a la unión de las clases de referencia de sus componentes. En particular

$$\mathscr{R}_s(p \vee \neg p) = \mathscr{R}_s(p \,\&\, \neg p) = \mathscr{R}_s(p) = \mathscr{R}_s(\neg p).$$

Comentario 1 A menudo se afirma que los enunciados analíticos no informan sobre el mundo porque no tratan acerca de él. Si bien la afirmación es correcta, la razón provista en su apoyo es dudosa. ⌈La Antártida es fría o no es fría⌉ se refiere a la Antártida, tanto para el sentido común como

para nuestra semántica, aún cuando no «dice» nada, es decir su contenido fáctico es nulo. La razón de que la tautología no se vea afectada por el reciente descubrimiento de que la Antártida no era fría en el Triásico es esta última, no su supuesta falta de referencia. Lo mismo vale para los enunciados analíticamente falsos: si son singulares tienen referencia, aun cuando no informen. *Comentario 2* Lo mismo ocurre con los predicados tautológicos: puesto que son válidos con respecto a cualquier cosa, refieren a cualquier cosa. *Comentario 3* La consideración precedente parecería contradecir la tesis de autonomía de la lógica a la que nos hemos adherido en la Sección 2.3. No es así, ya que lo peculiar de los enunciados tautológicos singulares es su *validez independientemente de su referencia*, de ahí la imposibilidad de comprobarlos por medio de pruebas experimentales. *Comentario 4* Dado que toda tautología es equivalente a toda otra tautología, parecería que el Corolario 7 lleva a una contradicción. No es así, porque no hemos incluido el requisito de que los equivalentes sean correferenciales. Recuérdese el comentario al Corolario 2b. *Comentario 5* Los comentarios anteriores muestran la necesidad de un concepto de equivalencia fuerte o equivalencia tanto sintáctica como semántica. Una definición posible es la que sigue: se dice que dos enunciados son *fuertemente equivalentes* sii son equivalentes y poseen los mismos referentes. Sin embargo, aquí no desarrollaremos este punto. *Comentario 6* Nuestras funciones de referencia se refieren a (o están definidas sobre) predicados y enunciados, no a (o sobre) signos tales como símbolos de predicado y oraciones. Mientras que en las Definiciones 8 y 9 cada predicado o enunciado es referencial (aun cuando trate del individuo nulo), no toda expresión denota. Presumiblemente, un signo absurdo como '&(%+' no aparece en ningún lenguaje conceptual, por lo que nada designa y, en consecuencia, nada denota. (Pero, desde luego, puede sugerir algo –por ejemplo, que la impresora se ha vuelto loca– y puede, por lo tanto, tener un significado pragmático.) Aun signos sofisticados, compuestos por signos que tienen significado individualmente de un modo tal que aparentan estar bien formados, pueden no designar constructos. [Dos fraudes famosos son '1/0' y '$\{x \mid \neg(x \in x)\}$'. Estos no son, como se sostiene a veces, conceptos no referenciales: se trata, sencillamente, de signos no conceptuales.] *Comentario 7* Hasta los predicados lógicos refieren: se refieren a constructos. Por ejemplo, la clase de referencia de la conjunción es el conjunto de todos los enunciados sobre los cuales está definida. Esto se sigue de la Definición 8 aplicada a & e interpretada como una función &: $S \times S \rightarrow S$.

Lo que viene a continuación no dependerá de manera crítica de la precisa formulación de nuestras definiciones de $\mathscr{R}_p$ y $\mathscr{R}_s$: en la mayoría de los casos bastará con suponer que, de alguna manera, estas funciones están bien definidas. Más aún, en lo que sigue no distinguiremos entre estas dos funciones, ya que nos ocuparemos de los constructos en general.

3.4. Contexto y correferencia

Los conceptos de función de referencia y clase de referencia nos permiten dilucidar otros conceptos. Por ejemplo, las siguientes nociones.

DEFINICIÓN 2.10 La terna ordenada $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$ se llama *contexto* –o *marco*– (conceptual) sii S es un conjunto de enunciados en los cuales solo aparecen las constantes de predicado de la familia de predicados $\mathbb{P}$ y la clase de referencia de P en $\mathbb{P}$ está incluida en el universo o dominio $D \subseteq \Omega$.

DEFINICIÓN 2.11 Se llama a *c constructo individual* en el contexto o marco $\mathrm{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$ sii (i) c o bien pertenece a $\mathbb{P}$ bien a S y (ii) la clase de referencia de c es un conjunto unitario o conjunto de un solo elemento.

DEFINICIÓN 2.12 Se llama a *c constructo universal* en un contexto o marco $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$ sii c pertenece a $\mathbb{P}$ o a S, pero no es un constructo individual.

Comentario Las definiciones precedentes de individual y universal relativizan estos conceptos con respecto al contexto o marco conceptual definido. Así es como debería ser, puesto que un mismo objeto puede considerarse como un individuo en un contexto dado y como un conjunto en otro. Y una propiedad puede referirse a todos los individuos de una clase, pero no al conjunto de individuos. Esto otorga cierta precisión a la distinción clásica formulada por el Filósofo: «Con el término 'universal' me refiero a aquello que es de naturaleza tal que puede ser predicado de muchas cosas, con 'individuo' a aquello que no puede predicarse de ese modo. Así pues, 'hombre' es universal y 'Calias', individuo» (*Sobre la interpretación*, Capítulo 7).

DEFINICIÓN 2.13 Se dice que *c* es un *constructo individual* sii *c* es un constructo individual en todo contexto.

DEFINICIÓN 2.14 Se dice que *c* es un *constructo universal* sii *c* es un constructo universal en todo contexto.

Si estos dos últimos conceptos tienen alguna aplicación, es algo que debemos dejar que averigüen otras disciplinas. (Tal vez su única utilidad sea aparecer en la conjetura de que no hay constructos de este tipo.) Pasemos, ahora, a la comparación de clases de referencia.

DEFINICIÓN 2.15 Se llama *correferenciales* (o *equirreferenciales*) a dos constructos en un contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D \rangle$ sii ambos (i) pertenecen al contexto $\mathbb{C}$ y (ii) tienen la misma clase de referencia. En símbolos:

Si *c* y *c*' pertenecen a $\mathbb{C}$, entonces $c \sim_r c' =_{df} \mathscr{R}(c) = \mathscr{R}(c')$.

Comentario La relativización a un contexto no es realmente necesaria si se procede con cuidado, es decir en retrospectiva. Por ejemplo, en el contexto de la física no relativista, los conceptos de masa y carga son equirreferenciales: ambos tratan únicamente de cuerpos. Pero en la física relativista dejan de ser correferenciales (aunque sigan siendo referencialmente conmensurables). La razón es que, si bien los dos conceptos tratan de cuerpos, ahora el de masa también corresponde a los marcos de referencia y es posible hacer que ciertos campos actúen como marco. Desde luego, en los dos contextos hay en juego dos conceptos diferentes de masa, aunque habitualmente se los designa con la misma palabra. Si esto se pasara por alto, la relativización a un contexto evitaría confusiones mayores. (Más en la Sección 4.2.)

Como queda claro a partir de la Definición 15, la relación $\sim_r$ es una relación de equivalencia. Como tal, nos permite formar clases de equivalencia. De tal modo, nos permite formar la

DEFINICIÓN 2.16 El conjunto de *correferenciales* de un constructo dado *c* en un contexto $\mathbb{C}$ es

$[c]_{\mathbb{C}} =_{df} \{c' \in \mathbb{C} \mid c' \sim_r c\}$.

Ejemplo Todas las teorías de sólidos, sin importar cuán diferentes sean, poseen la misma clase de referencia: el conjunto de los cuerpos sólidos.

Por ser una relación de equivalencia, la correferencia induce una partición de la totalidad *C* de los constructos, vale decir una división ex-

haustiva de C en clases de correferenciales mutuamente disjuntas. Esta partición o colección de clases de equivalencia es el cociente del conjunto C sobre $\sim_r$ o, en forma breve, $C / \sim_r$. Podemos llamar $\Pi = C / \sim_r$ a la *partición referencial* del universo conceptual. Este concepto nos permite dilucidar el concepto intuitivo de homogeneidad semántica de una teoría (Bunge, 1967a, Capítulo 7), por medio de la

DEFINICIÓN 2.17 Diremos que una teoría es *referencialmente homogénea* sii está incluida en un elemento de la partición referencial $C / \sim_r$, es decir si todos sus constructos se encuentran en una de las clases de equivalencia de los correferenciales.

DEFINICIÓN 2.18 Diremos que una teoría es *referencialmente heterogénea* sii no es referencialmente homogénea.

Ejemplo La psicología y la física son referencialmente heterogéneas. En cambio, según la teoría de la identidad, la psicología y la neurología son referencialmente homogéneas, puesto que ambas se ocupan de animales.

A continuación, especificaremos las funciones de referencia.

4. Referencia fáctica

4.1. La clase de referencia fáctica

En las llamadas ciencias empíricas, estamos especialmente interesados en un concepto particular de referencia, el de referencia a existentes concretos (aunque, tal vez, hipotéticos). En consecuencia, introducimos la

DEFINICIÓN 2.19 Sea $\mathscr{R}(c) = A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_f$ la clase de referencia de un constructo c, donde los A_i para i entre 1 y $f < n$ son conjuntos de elementos no conceptuales, es decir tal que $A_i \not\subset C$. Luego, la clase de referencia fáctica de c es la unión de las clases de elementos fácticos:

$$\mathscr{R}_F(c) = A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_f \subseteq \mathscr{R}(c).$$

Ejemplo 1 $\mathscr{R}_F$(Los rayos luminosos se representan con líneas rectas) = Rayos luminosos. La clase de referencia total incluye también el con-

junto de las líneas rectas. *Ejemplo 2* Sea f: $A \rightarrow B$ una función que aplica un conjunto A de sistemas concretos en un conjunto B de números. Por ejemplo, f podría representar la dilatación relativa de los cuerpos. Entonces, $\mathscr{R}_F(f) = A$, mientras que $\mathscr{R}_p(f) = A \cup B$. *Ejemplo 3* Sea g: $A \times B \rightarrow R$, donde A es un conjunto de sistemas concretos, B es el conjunto de sistemas escala-*cum*-unidad concebibles, asociados a la magnitud g y R es el conjunto de los números reales. Puesto que B es convencional, está incluido en la clase de los constructos, de tal modo que nos queda $\mathscr{R}_F(g) = A$.

No todos los constructos que aparecen en la ciencia fáctica poseen una referencia fáctica. Por un lado, los conceptos lógicos, tales como "no" y "todo", no tienen ese tipo de referencia. Tampoco tienen referentes los conceptos de escala, las constantes de proporcionalidad y las constantes dimensionales (recuérdese la Sección 2.4). Resultará conveniente, por ende, acuñar un nombre para tales constructos. Las siguientes convenciones servirán.

DEFINICIÓN 2.20 Se dice que un constructo es *fácticamente vacuo* si o bien es tautológico o bien tiene una clase de referencia fáctica vacía.

DEFINICIÓN 2.21 Se llama *fáctico* a un constructo que no es fácticamente vacuo, vale decir que no es tautológico ni tiene una clase de referencia fáctica vacía.

Ejemplo 1 ⌈1 m = 100 cm⌉ es fácticamente vacuo. *Ejemplo 2* La función de estado ψ es un constructo fáctico porque se refiere a entidades físicas. *Ejemplo 3* El supuesto semántico ⌈ψ representa el estado de un microsistema individual⌉ es un constructo fáctico porque no es tautológico e incluye el concepto fáctico ψ.

Restrinjamos ahora el concepto de contexto introducido en la Definición 10:

DEFINICIÓN 2.22 Se llama *contexto fáctico* a la terna $\mathbb{C}_F = \langle S, \mathbb{P}, D \rangle$ sii (i) la terna es un contexto y (ii) $\mathbb{P}$ incluye un subconjunto no vacío de predicados fácticos.

DEFINICIÓN 2.23 Se llama *contexto formal* a todo contexto que no sea fáctico.

DEFINICIÓN 2.24 Sea $\mathbb{C}_F = \langle S, \mathbb{P}, D \rangle$ un contexto fáctico. Se llama maximal en $\mathbb{C}_F$ al predicado de $\mathbb{P}$ que posee la clase de referencia fáctica de mayor tamaño. Símbolo: $P_{\max}$.

Comentario 1 La lógica, la matemática y la semántica son contextos formales, puesto que se ocupan de constructos. En cambio, la historia, la lingüística, la gnoseología y la metafísica son contextos fácticos. La mitología, la religión y la ciencia ficción también son contextos fácticos. Su extensión o dominio de verdad es un asunto diferente. *Comentario 2* La Definición 23 establece una dicotomía en el conjunto de los contextos. Sin embargo, la dicotomía fáctico/formal no es universalmente aceptada: para algunos, aun, la matemática es *au fond*† fáctica o empírica, en tanto que algunos pocos sostienen que la ciencia es matemática con un ámbito estrecho. El método semántico para resolver este problema en casos particulares es realizar un análisis semántico de los conceptos básicos del contexto en disputa. Si al menos uno de esos conceptos tiene una clase de referencia fáctica (no conceptual), entonces el contexto es fáctico, de otro modo, es formal. Este análisis semántico puede controlarse y complementarse por medio de un análisis metodológico: si al menos uno de los procedimientos de validación es empírico (por ejemplo, experimental), entonces el contexto tiene que ser fáctico. (Advertencia: las simulaciones por ordenador no cumplen con la condiciones para ser consideradas pruebas empíricas, aun cuando estén relacionadas con contextos empíricos.) *Comentario 3* En la Sección 3.3 vimos que las tautologías singulares como ⌈La Antártida es fría o no es fría⌉ pueden tener un referente fáctico. Podría parecer que, después de todo y en contraposición con nuestras afirmaciones previas, la lógica es un contexto fáctico. No es así, porque la lógica se ocupa de todo el universo conceptual *C*, en particular, de los enunciados, no de sus referentes. (Por ejemplo, la clase de referencia de un conectivo proposicional es la clase de enunciados sobre los cuales está definida.) Y, tal como vimos en la Sección 2.1, la relación de referencia no es transitiva, generalmente.

Los más interesantes de todos los contextos fácticos, por ser los más ricos, son las ciencias fácticas. Una *ciencia fáctica* es una ciencia que tiene una referencia fáctica, o sea un contexto fáctico que puede ser puesto a prueba de acuerdo con las prescripciones del método científico. Esta rápida caracterización de la ciencia fáctica es de carácter metodológico.

† Es decir, "esencialmente". [*N. del T.*]

Una definición estrictamente semántica parece quedar descartada: para tener una ciencia, un sentido y una referencia fáctica precisos son necesarios pero insuficientes y un alto grado de verdad, aunque deseable, no es necesario ni suficiente. Por esta razón, no ofrecemos aquí una definición formal de ciencia fáctica: esta es una tarea para la metodología (cf. Bunge, 1967a). Pero, una vez que nos hemos decidido por una caracterización de la ciencia fáctica, podemos utilizar nuestra semántica para arrojar un poco de luz sobre algunos de sus aspectos. Antes que nada, el concepto de tema de una ciencia:

DEFINICIÓN 2.25 Sea $\mathscr{T}_F = \langle S, \mathbb{P}, D \rangle$ una ciencia fáctica. Entonces, el dominio (o tema) de $\mathscr{T}_F$ es igual a la clase de referencia fáctica del predicado maximal $P_{\max}$ de $\mathbb{P}$:

$$Dominio\ (\mathscr{T}_F) = \mathscr{R}_F\,(P_{\max}).$$

De más está decir que una ciencia no necesita tener un dominio homogéneo en el sentido de la Definición 3 de la Sección 2.3. Y tampoco necesita tener ninguna estructura deductiva precisa: puede ser solamente un contexto, que es algo ligeramente más estructurado que un mero conjunto de enunciados, por cuanto comparten una familia dada de predicados.

Y ahora, veamos el referente central de nuestra semántica:

DEFINICIÓN 2.26 T es una *teoría fáctica* sii (i) T es una teoría y (ii) T contiene predicados fácticos.

Dejaremos a la matemática, en particular a la teoría de teorías, la dilucidación del concepto de teoría. Nuestro interés aquí consiste en los objetos de los cuales trata una teoría fáctica:

DEFINICIÓN 2.27 La *clase de referencia fáctica*, o *universo del discurso*, de una teoría T es igual a la clase de referencia del predicado fáctico maximal $P_{\max}$ de T:

$$Dominio\ (T) = \mathscr{R}_F\,(P_{\max}).$$

Comentario 1 Puesto que las teorías de la lógica y la matemática pura no contienen predicados fácticos, sus clases de referencia fácticas son va-

cías. *Comentario 2* La clase de referencia fáctica de una teoría científica está constituida por posibles y no por reales. Por ejemplo, la genética de una especie biológica dada trata de todos los genotipos posibles de esa especie, de los cuales únicamente se realiza una fracción minúscula. *Comentario 3* En ocasiones, se considera la noción de individuo posible o elemento fáctico posible como algo fantasmal y, otras veces, como un concepto que precisa de la lógica modal. Sin embargo, no es fantasmal, puesto que la ciencia la utiliza todos los días: de tal modo, la mecánica es el estudio de los movimientos posibles de cuerpos posibles. Y la lógica modal, que es una teoría demasiado pobre, no puede caracterizar el concepto de individuo posible. En cambio, nuestra semántica define sin dificultades la noción de posible: el elemento *x* es *posible según la teoría T* sii *x* pertenece a la clase de referencia fáctica *Dominio* (*T*) de *T*. (En ciencia, no se utilizan las nociones de modalidades absolutas que maneja la lógica formal.)

4.2. La clase de referencia fáctica de las teorías científicas

La determinación de la clase de referencia de una teoría fáctica dista de ser un asunto sencillo. Habitualmente, las teorías científicas se presentan de manera desaliñada: se trata de colecciones de fórmulas más o menos al azar, acompañadas de comentarios extrasistemáticos. Estas indicaciones son ambiguas y a menudo están cargadas de una filosofía obsoleta, a saber el operacionismo, el cual introduce por la fuerza al observador o al experimentador en cada clase de referencia. Nuestro problema tiene solución, únicamente, si se axiomatiza la teoría, tanto con respecto a su forma como con respecto a su referencia. Supondremos, por ende, que ambos aspectos de las teorías científicas objeto de nuestro análisis han sido axiomatizados. No es que ello sea necesario para utilizar el concepto de referencia fáctica de una teoría, pero sí es necesario para calcular con precisión su clase de referencia.

Si se trata de una teoría formal, sus axiomas determinarán la estructura de los conceptos fundamentales (primitivos o indefinidos), así como sus interrelaciones. Por ejemplo, si uno de los conceptos fundamentales de la teoría es una operación asociativa binaria sobre cierto conjunto, uno de los axiomas de la teoría afirmará eso mismo. Pero si se trata de una teoría fáctica, una caracterización formal como esta no será suficien-

te: se la debe complementar con supuestos semánticos que indiquen la naturaleza de los referentes, ya sean semillas o aves o, tal vez, ambas. En otras palabras, una teoría fáctica será una estructura formal enriquecida con un conjunto de supuestos acerca de los referentes de sus conceptos fundamentales. En pocas palabras, estipulamos la

DEFINICIÓN 2.28 T es una *teoría fáctica axiomática* sii (i) T es una teoría fáctica (según la Definición 26), (ii) T está axiomatizada y (iii) a todo concepto fáctico fundamental (indefinido) de T le es asignada de manera explícita una clase de referencia no vacía por alguno de los axiomas de T.

Esta es la clase de axiomática que Hilbert y Bernays (1968) llamaron *inhaltlich*,† por oposición a la axiomática *formal*, la cual se abstrae del contenido específico de la teoría original. Una teoría fáctica axiomática está determinada tanto por sus axiomas formales (matemáticos) como por los supuestos no formales (semánticos) de la teoría. La primera parte de la afirmación anterior es una verdad de Perogrullo de la teoría de sistemas deductivos (Tarski, 1956, Capítulo xii). La segunda parte de la afirmación se demostrará a continuación. Por lo que respecta a la primera parte: si llamamos $\mathscr{A}$ a la base axiomática de T, simbolizamos el enunciado de la manera estándar

$$T = \mathscr{C}n\,(\mathscr{A})$$

que puede leerse: 'una teoría axiomática es la totalidad de las consecuencias de sus axiomas'. Además, los axiomas (no formales) de una teoría fáctica no solo determinan los referentes de sus predicados fácticos, sino también la clase de referencia de la teoría como totalidad (tal como está caracterizada por la Definición 27). Para mostrarlo, tenemos que comenzar por interpretar el concepto de base axiomática como conjunción de todos los axiomas de la teoría. Nos restringiremos a una teoría axiomatizable de manera finita, pero la lógica no finitaria puede manejar el caso infinito. Entonces, estipulamos la

DEFINICIÓN 2.29 Sea A_i, con $1 \leq i \leq n$, los n axiomas de una teoría T. Entonces, la *base axiomática* de T es

† Es decir, "en cuanto al contenido". [*N. del T.*]

$$\mathscr{A}(T) =_{df} \bigwedge_{i=1}^{n} A_i.$$

Ahora podemos enunciar el

TEOREMA 2.1 Sea $\mathscr{A}'$ la base axiomática de una teoría *T*. Luego,

$$\mathscr{R}(T) = \mathscr{R}[\mathscr{C}n(\mathscr{A})].$$

Esbozo de demostración En una teoría axiomática, ningún teorema contiene predicados diferentes de los que aparecen en su base axiomática. En otras palabras, todos los conceptos de una teoría axiomática son o bien definitorios (primitivos) o bien están definidos. En consecuencia, la deducción no puede modificar la clase o número de referentes asignados a los predicados fácticos fundamentales.

TEOREMA 2.2 La clase de referencia fáctica (o universo del discurso) de una teoría axiomática es igual a la unión de las clases de referencia fáctica de sus axiomas:

Si $\mathscr{A}(T) = \bigwedge_{i=1}^{n} A_i$, entonces $\mathscr{R}_F(T) = \bigcup_{i=1}^{n} \mathscr{R}_F(A_i)$.

Demostración Por el Teorema 1, la Definición 9 y la Definición 19.

Comentario 1 Este último teorema es el más importante de nuestra teoría de la referencia. Podemos llamarle *teorema de conservación de la referencia* o invariancia de la referencia respecto de la deducción. Constituye una justificación parcial del principio de que las conclusiones deben estar «contenidas» en las premisas, principio que por lo general, como veremos ahora mismo, no es válido. *Comentario 2* El teorema anterior dista de ser trivial: de hecho, no es válido para teorías no axiomáticas. En efecto, en estas últimas se pueden anexar predicados nuevos, completamente ajenos a los fundamentales, en cada paso. Esta anexión se puede realizar de una de dos maneras: por medio de la introducción de nuevos supuestos o por medio de la deducción, con ayuda del principio de adición de la lógica formal. La primera manera es obvia: las teorías informales siempre están en desarrollo o en reparación. La segunda forma es menos obvia y merece especial atención. *Comentario 3* Sea *t* una fór-

mula de una teoría informal *T*. Por el principio de adición, $t \vdash t \vee u$, donde *u* es un enunciado arbitrario, vale decir un enunciado que no necesariamente tiene una relación semántica con *t*. De hecho, en lo que concierne a la lógica, las clases de referencia de *t* y *u* no necesitan superponerse y mucho menos coincidir, es decir *t* y *u* pueden no ser correferenciales. De tal modo, *t* podría tratar de las estrellas y *u* de las ranas y, con todo, *u* podría contarse entre los miembros de la teoría abierta *T*. Por lo general, en un contexto abierto, la referencia de una consecuencia puede ser más amplia que las de las premisas. Esto viola el principio del *Organon* aristotélico según el cual «las premisas indemostrables de una ciencia (…) deben formar un único género con sus conclusiones» (*Analíticos posteriores*, libro I, Capítulo 28, 88). Si se renuncia a este principio, tácitamente obedecido en la mayoría de los casos, entonces puede afirmarse que todo es pertinente con respecto de todo. El resultado sería la confusión o el error, o ambos. Este paso, difícilmente evitable en las teorías informales (que son contextos abiertos), está automáticamente impedido en las teorías axiomáticas, que son contextos cerrados. Mientras que las primeras son semánticamente vagas o abiertas y, en consecuencia, tanto perfectibles como corruptibles, las teorías axiomáticas son semánticamente ajustadas o cerradas. Esta última expresión es dilucidada por la

DEFINICIÓN 2.30 Diremos que un conjunto *S* de enunciados es semánticamente ajustado o cerrado sii posee los mismos referentes que sus consecuencias lógicas, vale decir si

$$\mathscr{R}(S) = \mathscr{R}[\mathscr{C}_n(S)].$$

Ahora podemos reformular el Teorema 2.1 de la siguiente manera: *Los sistemas axiomáticos son semánticamente cerrados*. Por esta razón, el formato axiomático, si bien usualmente impracticable durante la primera etapa de la construcción de una teoría, es obligatorio para investigar su semántica: *únicamente en los contextos axiomáticos sabemos exactamente de qué estamos hablando*. La razón es que la axiomatización involucra la fijación por adelantado del conjunto de predicados fundamentales y, en consecuencia, del universo del discurso que se admitirá en el contexto dado. De tal modo, la axiomatización basta para obtener conclusiones que sean semánticamente *pertinentes* con respecto a las

premisas. Si se objetara que el precio que hemos de pagar por la coherencia o la pertinencia semántica –o sea, la axiomatización– es demasiado elevado, podría responderse lo siguiente. Primero, el precio no es algo que aquí resulte pertinente. Segundo, la axiomatización es un medio para lograr también otros objetivos (véase Bunge, 1973b). Tercero, el procedimiento alternativo para intentar asegurar la pertinencia es mucho más oneroso que la axiomatización, ya que consiste en adoptar algún sistema de «implicación relevante»† (cf. Anderson, 1972). Este cambio de lógica no solo supone nuevas reglas de inferencia, sino también modalidades, ninguna de las cuales parece ser necesaria en relación con el trabajo científico. Y, a pesar de costarnos un precio tan elevado, este procedimiento alternativo no garantiza, en realidad, la pertinencia semántica, ya que no ofrece criterio alguno para ello y no pone restricciones al principio de adición.

Si deseamos que la deducción conserve la referencia aun fuera de los contextos semánticos, tenemos que mantener una alerta permanente respecto de las consecuencias y descartar todas aquellas que violen el cierre semántico, vale decir que no sean referencialmente consistentes con las premisas. (Una de las raras ocasiones en las que se toma tal precaución de manera explícita, es cuando se afirma el teorema de interpolación de Craig. La que sigue es una formulación estándar de este teorema. Sean p y q fórmulas tal que $\vdash p \Rightarrow q$. Luego, existe una tercera fórmula *r que contiene solamente predicados contenidos en p y q*, tal que $\vdash p \Rightarrow r$ y $\vdash r \Rightarrow q$.) La propia elección de las premisas de un argumento debería estar regulada por el tácito, pero venerable, *principio de pertinencia*: Las premisas deben ser mutuamente compatibles no solo en el sentido formal, sino también desde el punto de vista semántico. Este principio de la argumentación restringe el ámbito de aplicabilidad de la llamada regla de aumento de las premisas, según la cual si p implica q, entonces q se sigue también de p en conjunción con una premisa arbitraria r. Esta regla es válida únicamente si la premisa adicional es o bien vana o bien tanto formal como semánticamente coherente con las premisas originales. Una vez que se han escogido los supuestos iniciales, podemos utilizar una

† En el original, *relevant implication*. Hemos añadido las comillas para indicar que si bien el término técnico generalizado en el habla castellana es «implicación relevante», su sentido es «implicación pertinente», en consonancia con el problema de pertinencia semántica que viene tratando el autor. [*N. del T.*]

técnica de deducción que cumple automáticamente con el requisito de cierre semántico y posee la ventaja adicional de que no requiere conjeturar las conclusiones de antemano, de tal modo que no es necesario ser un matemático profesional para utilizarla, por ejemplo, por un ordenador. (Véase, por ejemplo, Hilbert y Ackerman, 1950, p. 24.) Este *procedimiento mecánico para obtener conclusiones conservando la referencia* es como sigue: (i) Conjúguense todos los supuestos; (ii) expándase la conjunción de forma normal conjuntiva, vale decir como una conjunción de disyunciones binarias; (iii) sepárese cada factor y cada conjunción de factores. Las fórmulas separadas constituyen el conjunto deseado, o sea el conjunto máximo de consecuencias compatibles con la conservación de la referencia. Este subconjunto de consecuencias es semánticamente cerrado y finito, por lo que es un subconjunto bastante pequeño del conjunto infinito de consecuencias de las premisas dadas. No podemos quedarnos con ambas cosas: las infinitas consecuencias de un conjunto finito de premisas y el cierre semántico.

Nuestro Teorema 2 de conservación de la referencia nos permite determinar la clase de referencia de toda teoría fáctica que esté en formato axiomático y, por consiguiente, nos permite comparar las teorías en cuanto a sus dominios. De hecho, el teorema respalda las siguientes convenciones.

DEFINICIÓN 2.31 Sean T y T' dos teorías fácticas axiomáticas. Entonces, decimos que T y T' son *referencialmente conmensurables* sii sus clases de referencias se superponen entre sí, es decir si

$$\mathscr{R}_F(T) \cap \mathscr{R}_F(T') \neq \emptyset.$$

DEFINICIÓN 2.32 Sean T y T' dos teorías fácticas axiomáticas. Entonces, decimos que T' tiene una referencia más abultada que T sii

$$\mathscr{R}_F(T') \supseteq \mathscr{R}_F(T).$$

Ejemplo 1 La mecánica de partículas y la teoría de campos electromagnéticos en el vacío son inconmensurables: no tratan de las mismas cosas. *Ejemplo 2* La electrodinámica y la mecánica son referencialmente conmensurables: tienen referentes en común, a saber los cuerpos. *Ejemplo 3* La mecánica relativista tiene una referencia más abultada que la me-

cánica no relativista porque, a diferencia de esta, se ocupa tanto de cuerpos, como de campos electromagnéticos. Por ello, son referencialmente conmensurables. En consecuencia, y con perdón Kuhn y Feyerabend, son comparables.

Comentario 1 Si dos teorías son referencialmente incomparables, entonces no son comparables en absoluto, excepto en sus aspectos estrictamente formales. En particular, no se las puede comparar en cuanto a sus capacidades explicativas y predictivas: no explican ni predicen ningún hecho en común. *Comentario 2* El concepto de conmensurabilidad referencial se complementará con el de conmensurabilidad metodológica en la Sección 5.1. *Comentario 3* Nuestro concepto de conmensurabilidad referencial difiere del de Kuhn (1962). Para Kuhn, dos teorías son incomparables sii corresponden a diferentes paradigmas de teoría y, de tal modo, son conceptualmente diferentes, aun cuando puedan tratar de las mismas cosas. Las teorías del aprendizaje conductista y cognitivista serían inconmensurables en este sentido. Pero, puesto que se ocupan de la misma clase de animales, para nosotros esas teorías son referencialmente conmensurables y, por ello, comparables. Si no lo fueran, no podrían ser consideradas rivales. *Comentario 4* Nuestro criterio de conmensurabilidad de teorías tampoco concuerda con el de Feyerabend, que consiste en compartir *enunciados* y de allí los conceptos. Es cierto, desde luego, que la mecánica relativista «no comparte y no puede compartir un enunciado particular con su predecesora» (Feyerabend, 1970, p. 82). Pero también es cierto que ambas se refieren a cuerpos (cf. Ejemplo 3, anterior). Más aún, es posible recuperar los conceptos fundamentales de la mecánica clásica a partir de los correspondientes conceptos relativistas: por ejemplo, la función de masa clásica es una restricción determinada de la función de masa relativista (ver Bunge, 1970b). En consecuencia, las dos teorías son conmensurables y, por ende, comparables, razón por la cual se las compara todo el tiempo. Si no fuera así, no habría mayor fundamento para preferir una de las teorías a la otra que para preferir Newton a Vivaldi. *Comentario 5* La superposición de dos teorías, es decir el que compartan algunos enunciados (el criterio de Feyerabend) no es solamente algo innecesario para su conmensurabilidad: ni siquiera es suficiente. De hecho, dos teorías fácticas con referentes diferentes pueden tener el mismo formalismo matemático, como es el caso de ciertas teorías sobre la propagación de las epidemias y los rumores. Sería absurdo declarar semánticamente conmensurables estas teorías, aun cuando

compartan infinitos enunciados. Lo que resulta decisivo (necesario y suficiente) para la conmensurabilidad entre teorías no es la mera circunstancia de compartir enunciados, sino el hecho de compartir sus supuestos semánticos, ya que son estos los que señalan los referentes o sus propiedades. *Comentario 6* La moraleja de los comentarios anteriores es la que sigue. No se puede abordar el interesante problema de la comparación de teorías científicas rivales y la determinación de su diversidad de significados fundándose en comentarios históricos no sistemáticos: son necesarios una semántica de la ciencia, hecha y derecha, y un análisis de las teorías científicas realizado a la luz de esa semántica.

4.3. Identificación de los referentes fácticos: genuinos y espurios

El anterior estudio de la clase de referencia fáctica de una teoría científica presupone que esta se ha formulado de manera correcta, tanto en su aspecto formal como semántico, por lo que encontrar sus referentes es una operación sencilla. En otras palabras, hemos dado por supuesto que la teoría que es objeto del examen contiene análisis detallados de cada una de sus variables: en este caso, el Teorema 2 resuelve nuestro problema. Desafortunadamente, esta situación no es típica, sino excepcional: en la mayoría de los casos, los referentes de una teoría están indicados por comentarios extrasistemáticos, consignados al exponer los motivos de la teoría o que, como vimos en la Sección 1, son objeto de una enérgica controversia.

En otras palabras, la semántica puede ser de escasa ayuda para identificar los referentes genuinos de una teoría, a menos que esta haya sido axiomatizada de manera tal que esos referentes queden en evidencia. Pero por lo menos puede ayudarnos a sacar a la luz los referentes de una teoría no axiomatizada y puede auxiliarnos en la formulación de los supuestos semánticos de la teoría. Estas tareas se realizan en vistas a un criterio que, a diferencia del Teorema 2, trata de las teorías desaliñadas. Helo aquí:

CRITERIO Un objeto es un *referente fáctico genuino* de una teoría científica sii está incluido en, al menos, un enunciado legal de la teoría.

De lo contrario, es decir si un objeto no está incluido en una de las leyes de la teoría, entonces es un *referente espurio* de ella, sin importar

cuántas autoridades puedan afirmar lo opuesto. Por ejemplo, si una teoría sobre los electrones no tiene ningún enunciado legal acerca de instrumentos sensibles a los electrones, la teoría no se refiere a esos instrumentos y mucho menos a quienes estén a cargo de tales instrumentos. No servirá afirmar, recurriendo a argumentos filosóficos, que la teoría *tiene* que «suponer» o «presuponer» alguna referencia a los instrumentos o a los observadores, de lo contrario la teoría ni tendría sentido ni sería comprobable.

El criterio anterior sugiere la adopción de la siguiente

DEFINICIÓN 2.33 Un objeto no conceptual x es un *referente fáctico genuino* de una teoría informal T sii (i) T contiene al menos un enunciado legal que incluya una o más variables que traten de x; (ii) esos enunciados legales dejan de tener validez al eliminarse de ellos la(s) variable(s) en cuestión y (iii) a T se le pueden agregar supuestos que efectúen una caracterización más precisa de la(s) variable(s) referente(s) a x, sin incurrir en ninguna contradicción.

Todo lo que pase por referente pero no sea un referente genuino es un *referente espurio*. La ciencia contemporánea contiene varias teorías con referentes espurios, vale decir que pretenden, pero de hecho no consiguen referir a ciertas entidades. Podemos llamarles teorías fantasmales. Procederemos a exhibir tres fantasmas.

Ejemplo 1 La probabilidad se interpreta, en ocasiones, de manera subjetivista o semisubjetivista, aun en el contexto de las ciencias naturales. Por caso, a veces, se afirma (como hace, por ejemplo, Brillouin, 1962) que la función de distribución (o, de otro modo, la función de partición) de la mecánica estadística y las diversas densidades de probabilidad de la mecánica cuántica, se refieren a nuestra propia información (o, más bien, a nuestra falta de ella) en lugar de o bien a propiedades objetivas (aunque potenciales) o bien a distribuciones aleatorias objetivas. Si esta afirmación fuera verdadera, la mecánica estadística y la mecánica cuántica se ocuparían del sujeto cognoscitivo y de sus estados mentales por lo menos en igual medida que de entidades físicas autónomas. De acuerdo con nuestro criterio, si el sujeto cognoscitivo fuese un referente genuino de las mencionadas teorías, estas tendrían que contener enunciados legales que nos permitiesen explicar y predecir nuestro propio comportamiento. Pero no es el caso. En consecuencia, el sujeto cognoscitivo es un referente espurio de esas teorías. O, lo

que es equivalente: esas teorías tratan de sistemas físicos autónomos. Esta conclusión queda reforzada por la siguiente consideración: aprendemos acerca de esos sistemas a través de su investigación, no de la aplicación del método de meditación trascendental. *Ejemplo 2* Las llamadas teorías de la medición, que se encuentran en los fundamentos de la psicología matemática, tratan de ciertos tipos de conceptos científicos, no de las operaciones empíricas que los científicos llaman 'medición'. Tanto es así que esas teorías no incluyen ninguna ley sobre el objeto medido o el instrumento de medición, por lo que no son de ayuda para diseñar e interpretar ninguna medición propiamente dicha; ni siquiera para estimar errores aleatorios de medición (véase Bunge, 1973c). *Ejemplo 3* Se sostiene, por lo general, que la teoría cuántica de la medición (o alguna variante de ella) explica mediciones reales y, más aún, que se refiere al compuesto sistema-equipo-observador. Sin embargo, esta teoría no incluye ninguna variable que represente propiedades del observador. Con mayor razón, este último no está entre los referentes de los enunciados legales de la teoría, hasta tal punto que el autor de la teoría cuántica de la «medición» estándar ha reconocido que el observador «permanece fuera del cálculo» de su teoría (von Neumann, 1932, pp. 224, 234). Y si bien las variables que supuestamente representan las propiedades de un instrumento sí desempeñan un papel en esta teoría, no se refieren a instrumentos reales. En consecuencia, ninguna de las fórmulas de esta teoría predice resultado experimental alguno. Una genuina teoría de la medición se refiere a un dispositivo específico, por lo que contiene enunciados legales específicos que dan razón de la peculiar estructura y composición del equipo y de su acoplamiento con la cosa medida. Tal especificidad se muestra en las ecuaciones constitutivas o, lo que es equivalente, en la presencia de parámetros no universales y constantes, tales como el índice de refracción, la resistividad eléctrica o la permeabilidad magnética. La teoría cuántica de la «medición» no contiene ninguna ecuación constitutiva como las mencionadas y, en consecuencia, no puede referirse a ningún dispositivo de medición genuino. En resumidas cuentas, la teoría cuántica de la «medición» es fantasmal: tanto el observador como el equipo son referentes espurios de ella. (Para los detalles, ver Bunge 1967b, Capítulo 5; 1973b, Capítulo 4.)

4.4. La controversia sobre el realismo en la filosofía de la física contemporánea

Los referentes supuestos de una teoría científica pueden ser físicos, químicos, biológicos, sociales y otros. No importa de qué clase de referentes se trate, su relación con el sujeto cognoscitivo puede considerarse de varias maneras alternativas. Las principales doctrinas que dominan la filosofía de la ciencia actual en este sentido pueden resumirse como sigue.

(i) *Convencionalismo* Las teorías científicas no tienen referentes: se trata solamente de resúmenes de datos e instrumentos para el procesamiento de los datos; en particular, son dispositivos para la predicción.

(ii) *Pragmatismo*, *operacionismo*, *fenomenismo* Las teorías científicas tratan de fenómenos, vale decir de hechos en los cuales se halla involucrado un sujeto cognoscitivo y tal como aparecen ante él: no se ocupan ni del sujeto únicamente (subjetivismo), ni de un objeto autónomo (realismo).

(iii) *Realismo* Si los referentes de una teoría existen, existen por sí mismos, es decir independientemente de que sean percibidos o pensados: el sujeto cognoscitivo crea, pone a prueba y aplica hipótesis y teorías en lugar de o bien crear sus referentes o bien hacerse pasar por ellos.

Por lo general, la defensa de cada una de estas perspectivas es dogmática: consiste en citar autoridades. A lo sumo, es pragmática: su fuerza deriva de la capacidad heurística de la particular doctrina filosófica, como cuando se defiende el operacionismo argumentando que contribuye a concebir experimentos o cuando se tolera el realismo porque ayuda a inventar «entidades teóricas». Tales tácticas de defensa son débiles y alientan la controversia estéril. Necesitamos una estrategia diferente, que descanse sobre un análisis semántico y metodológico de las teorías involucradas. Tenemos que poder utilizar una teoría de la referencia para descubrir los referentes genuinos de una teoría científica y así evaluar las doctrinas acerca de tales referentes que se hallan en conflicto. A continuación se esbozará cómo puede hacerse.

Desde el punto de vista semántico, el convencionalismo es falso, puesto que una teoría sin ningún tipo de referencia fáctica puede considerarse una teoría matemática, pero difícilmente una teoría científica. Es cierto que la mayoría de las fórmulas de una teoría científica no incluyen de manera explícita las variables objeto o los referentes discutidos en la Sección 2.4, por lo que las fórmulas parecen carecer de referencia, como

si se tratara de fórmulas propias de la matemática pura. Pero, habitualmente, la referencia fáctica está indicada o sugerida por el texto acompañante, a veces llamado 'la prosa de la teoría'. Y cuando estos comentarios extrasistemáticos se incorporan a la teoría de manera sistemática, a manera de supuestos semánticos, los referentes se sacan a la luz. En resumen, aunque pueda parecer plausible con respecto al desnudo esqueleto matemático de las teorías científicas, el convencionalismo está equivocado en relación con las teorías fácticas convenientemente axiomatizadas. Hasta aquí ha llegado la crítica semántica del convencionalismo.

Las reflexiones semánticas precedentes quedan reforzadas por los siguientes comentarios metodológicos. Primero, al rehusarse a contraer compromisos semánticos (o referenciales), el convencionalismo no puede trazar una línea entre las diversas ciencias, ni siquiera entre la ciencia y la matemática. (Más sobre el formalismo semántico en el Capítulo 6, Sección 3.1.) Segundo y en consecuencia, el convencionalismo es incapaz de decirnos qué clase de datos resultan pertinentes con respecto a una teoría dada. Tercero y en consecuencia, el convencionalismo no nos ayuda a idear comprobaciones empíricas, ya que toda puesta a prueba de una teoría científica presupone el conocimiento de su clase de referencia. Por consiguiente, la concepción convencionalista de que las teorías científicas son artilugios para el procesamiento de datos no consigue hacer justicia ni a las teorías ni a los datos.

Si descartamos el convencionalismo, quedan únicamente dos contendientes serios: el fenomenismo y el realismo. (Sin duda, la verdad podría estar en una posición distinta, no involucrada en la actual controversia, pero resultará que la semántica y la metodología favorecen solamente a uno de los rivales actuales.) Antes de los tiempos de la relatividad y los cuantos, la física se interpretaba generalmente de un modo realista. Así pues, la longitud $L(b)$ de una barra b (o, mejor dicho, su longitud relativa a un estándar de longitud) se consideraba una propiedad intrínseca y objetiva del cuerpo b. Con la llegada de la relatividad especial (1905), la longitud se convirtió en una propiedad conjunta o mutua de dos sistemas físicos: el cuerpo b y el marco de referencia m. Las longitudes absolutas, vale decir carentes de marco, fueron dejadas de lado en principio, pero no en la práctica. En otras palabras, la descripción definida '$L(b)$' fue remplazada por '$L(b, m)$', la forma abreviada de "la longitud de b en (o relativa a) el marco m". O sea, se introdujo una nueva función de longitud, con una nueva clase de referencia. Mientras que la clase de refe-

rencia del concepto de longitud no relativista era el conjunto de sistemas físicos, la clase de referencia del concepto de longitud relativista es la unión del conjunto de sistemas físicos y el conjunto de marcos de referencia.

Ahora bien, el término 'marco de referencia' puede interpretarse de dos maneras: como un sistema físico de un tipo especial o como un observador. Si el caso es el primero, desde el punto de vista gnoseológico nada cambia: una propiedad que había sido consideraba absoluta (o independiente de todo marco) resultó ser relativa (o dependiente de un marco). O, lo que es equivalente: una propiedad métrica intrínseca fue substituida por una propiedad métrica relacional. Pero si los marcos de referencia se interpretan como seres sensibles munidos de varas de medición, relojes, espejos y otras piezas de equipo, la longitud deja de ser una propiedad estrictamente física para pasar a ser una propiedad de sistemas compuestos que tienen un componente humano. Y esto, desde el punto de vista gnoseológico, es revolucionario o, más bien, contrarrevolucionario, puesto que restituye el antropocentrismo. Así pues, las expresiones 'longitud aparente' y 'la longitud medida por un observador en movimiento' se acuñaron para indicar que la teoría se ocupa de apariencias (para los observadores) y no de una realidad autónoma. El hecho de que se exija que todos los enunciados legales fundamentales sean independientes del marco (o covariantes) y el que numerosas magnitudes (tales como el intervalo de espaciotiempo, la carga eléctrica y la entropía) sean invariantes, es decir las mismas en (relativas a) todos los marcos de referencia, no se consideraron pruebas en contra de su interpretación. Sencillamente, se los ignoró.

Dos décadas más tarde, la mecánica cuántica sufrió un destino similar: sus fórmulas se leyeron a la luz de la filosofía de la física entonces dominante. Según la interpretación habitual, o de Copenhague, de la mecánica cuántica, toda fórmula de la teoría trata de un microsistema sometido a la acción de un dispositivo experimental controlado de manera arbitraria por un observador. A causa de este supuesto control y de la supuesta docilidad de los microsistemas, de los que se imagina que se comportan tal como el observador les ha ordenado, el complejo equipo-observador es llamado, usualmente, «el observador», aun cuando todo el experimento esté automatizado. Y se bautiza a las variables dinámicas como «observables». De este modo, parecería que no queda ninguna propiedad física objetiva: todas se han vuelto dependientes del ob-

servador, al igual que con la interpretación operacionista de la relatividad. Por ejemplo, un autovalor se interpreta como un resultado posible de la medición, un autoestado como el estado observado correspondiente, una superposición de autoestados como si simbolizara nuestra incertidumbre acerca del estado del sistema por no hallarse en observación, etcétera, etcétera. Como consecuencia, se declara victorioso al fenomenismo y muerto al realismo. Desde aquí, la transición a un franco subjetivismo es sencilla: «los principios fundamentales de la física, encarnados en la teoría de la mecánica cuántica, tratan de conexiones entre observaciones, o sea contenidos de la conciencia» (Wigner, 1970).

¿Tienen otro fundamento más que la autoridad, estas interpretaciones no realistas de la física contemporánea? ¿Podría ayudarnos la semántica a escoger de manera racional entre el fenomenismo y el realismo? Sí, por cierto, puede hacerlo proveyéndonos del criterio y la definición de referencia fáctica ofrecida en la Sección 4.3. Para desvelar los referentes fácticos genuinos de una teoría hay que identificar sus predicados fundamentales, analizarlos y mostrar cuál es su función en los enunciados legales centrales de la teoría; es decir, antes de aplicar o poner a prueba esa teoría. De todas las presuntas variables independientes, se considerarán genuinas únicamente aquellas que estén caracterizadas por la teoría y estén incluidas en sus enunciados legales: todas las demás no tienen ninguna importancia y, de esta suerte, son fantasmales, es decir tratan de referentes espurios. Veamos ahora como funciona este criterio eliminando las variables fantasmales en un par de casos importantes.

Ejemplo 1 Considérese la famosa fórmula de «contracción» de Lorentz

$$L(b, m) = L(b, b)\,[1 - u^2(b, m) / c^2(w)]^{1/2} \qquad \text{(RE)}^{\dagger}$$

donde b denota un cuerpo (de hecho, un sistema físico cualquiera), m un marco de referencia y w una onda electromagnética en el vacío. La fórmula provee la longitud de b en (relativa a) m, en términos de la longitud $L(b, b)$ de b relativa a b misma y de la razón $u(b, m) / c(w)$ entre dos velocidades: la velocidad del cuerpo con respecto al marco y la velocidad (absoluta) de la luz $c(w)$ en el vacío. El fenomenista considera que m es un observador e interpreta $L(b, m)$ como la longitud aparente me-

† Es decir, de la teoría de la relatividad especial. [*N. del T.*]

dida por *m*. Pero, según nuestro criterio, esta interpretación es inadmisible, ya que la teoría provee una caracterización estrictamente física de *m*, vale decir una caracterización que no contiene ningún concepto psicológico o sociológico. En suma, los referentes de RE son *b*, *m* y *w*, todos ellos objetos físicos. Por consiguiente, el realismo con respecto a la relatividad especial se sostiene.

Ejemplo 2 Obsérvese la fórmula de indeterminación de Heisenberg:

$$\Delta_{\psi(\sigma, \sigma')} p(\sigma) \cdot \Delta_{\psi(\sigma, \sigma')} q(\sigma) \geqslant h/4\pi \qquad \text{(MC)}^{\dagger}$$

Si se realiza una deducción correcta a partir de los principios fundamentales y se la analiza, se observa que $\psi(\sigma, \sigma')$ representa el estado de un microsistema σ (por ejemplo, un átomo de hierro) en un entorno σ' (por ejemplo, un campo magnético) en un instante dado. Se reconoce, además, que $\Delta_{\psi(\sigma, \sigma')} p(\sigma)$ representa la amplitud de la distribución de impulso lineal del microsistema σ cuando el complejo sistema-entorno se encuentra en un estado representado por $\psi(\sigma, \sigma')$. De modo semejante, $\Delta_{\psi(\sigma, \sigma')} q(\sigma)$ simboliza la amplitud de la distribución de posición del microsistema. En resumen, las variables objeto o referentes de la fórmula MC son σ y σ'. El fenomenista afirma que σ' es el complejo observador-*cum*-equipo. Sin embargo, (*a*) la fórmula es válida aun en ausencia de un entorno, es decir cuando σ' es el individuo nulo; (*b*) la fórmula es válida ya sea que σ' incluya un dispositivo de medición o no, por ejemplo, es válida para un átomo de una estrella y (*c*) la teoría no especifica las propiedades ni de observadores ni de dispositivos de medición: es una teoría estrictamente física y, además, completamente general, que no está comprometida con ningún laboratorio en particular y, mucho menos, con una mente en particular. Conclusión: la interpretación fenomenista u operacionista de la mecánica cuántica no tiene fundamento: como en el caso de la relatividad, la interpretación es una superestructura que las fórmulas de la teoría no apoyan.

En conclusión: hay dos modos principales de ver una teoría científica. Uno de ellos es a través de un espejo semitransparente, como el del operacionismo, que exhibe imágenes superpuestas de los referentes y de nosotros mismos. El segundo modo es utilizar las lentes de aumento antirreflejo de la axiomática y la semántica aplicada a la teoría misma, sin

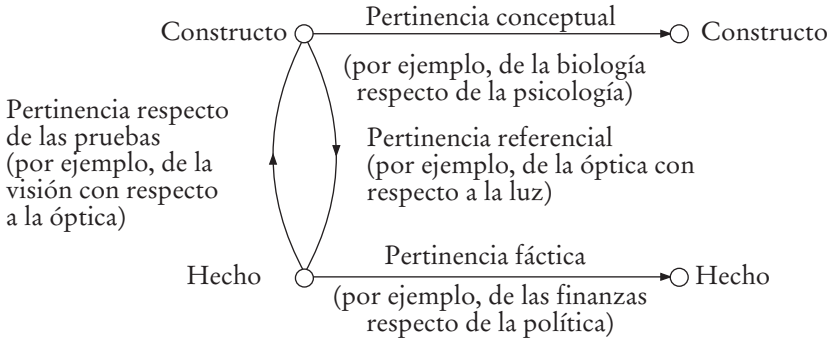
† O sea, de la teoría de la mecánica cuántica. [*N. del T.*]

prestar atención a su envoltorio filosófico. Únicamente el segundo método garantiza la objetividad característica de la ciencia. (Para los detalles, véase Bunge, 1973a y 1973b.)

5. Pertinencia

5.1. Clases de pertinencia

El término 'pertinencia' (*relevance*) está actualmente muy de moda, pero rara vez se lo analiza. En particular, no siempre se reconoce que la pertinencia es una relación y que los términos de esa relación pueden ser de diversas clases, tal como se muestra en el diagrama siguiente.



Las relaciones de pertinencia involucradas en el diagrama anterior son estas:

(i) constructo-constructo en cuanto a forma, es decir *pertinencia formal*;
(ii) constructo-constructo en cuanto a referencia, vale decir *pertinencia semántica*;
(iii) constructo-hecho o *pertinencia referencial*;
(iv) hecho experiencial-constructo o *pertinencia metodológica*;
(v) constructo-acción o *pertinencia pragmática*;
(vi) hecho-hecho o *pertinencia fáctica*.

Los dos últimos tipos de pertinencia pueden caracterizarse de la siguiente manera. Se puede decir que un hecho es pertinente para otro hecho si y solo si el primero supone alguna diferencia para el segundo. Y

puede considerarse que un constructo es pragmáticamente pertinente para una acción sii el primero es parte de la concepción o teoría esencial para producir o impedir una acción dada. Nos ocuparemos únicamente de los primeros cuatro tipos de pertinencia. Los caracterizaremos del siguiente modo.

DEFINICIÓN 2.34 Sean dos constructos *c* y *c*'. Se dice que *c* es *sintácticamente pertinente* respecto de *c*' sii existe un contexto en el cual *c* esté lógicamente relacionado con *c*' de modo tal que *c* determine, al menos en parte, a *c*'.

Ejemplo 1 En una definición, el definiens es sintácticamente pertinente con respecto al definiendum. *Ejemplo 2* En un argumento, las premisas son sintácticamente pertinentes respecto de la conclusión. *Ejemplo 3* En una función, las variables independientes son sintácticamente pertinentes con respecto a las variables dependientes. Si la función tiene una recíproca, la pertinencia es mutua.

DEFINICIÓN 2.35 Sean dos constructos *c* y *c*'. Se dice que *c* es *semánticamente pertinente* respecto de *c*' sii (i) *c* es sintácticamente pertinente respecto de *c*' y (ii) *c* y *c*' comparten referentes, es decir $\mathscr{R}(c) \cap \mathscr{R}(c') \neq \emptyset$.

Ejemplo 1 La función gravedad específica es pertinente respecto de la función peso. *Ejemplo 2* Sea *c*, que se refiere a un gen de un organismo y *c*', un molar o característica fenotípica del mismo organismo. Entonces, *c* será semánticamente pertinente con respecto a *c*' en el caso de que la genética incluya una ley según la cual *c* determina a *c*', al menos en parte. *Ejemplo 3* Las variables biológicas no son pertinentes respecto de las psicológicas en el contexto del conductismo.

DEFINICIÓN 2.36 Se dice que un constructo *c* es *referencialmente pertinente* respecto de un hecho (cosa, estado, acontecimiento, proceso) *h* sii *h* se encuentra en la clase de referencia de *c*, vale decir si $h \in \mathscr{R}c$.

Ejemplo 1 La matemática pura es sintácticamente pertinente para la ciencia, la cual es, a su vez, referencialmente pertinente con respecto a la realidad. *Ejemplo 2* Según la interpretación de Copenhague de las teorías cuánticas, estas son pertinentes con respecto a la mente humana, mientras que de acuerdo con la interpretación realista no lo son. *Ejemplo 3* El concepto de pensamiento (o ideación) es referencialmente pertinente en relación con la actividad neural.

Podemos dar un paso más e introducir un concepto absoluto y otro comparativo de grado de pertinencia referencial:

DEFINICIÓN 2.37 El grado de *pertinencia referencial* de una teoría T con respecto a un dominio H de hechos es igual a $\mathscr{R}(T) \cap H$.

DEFINICIÓN 2.38 Sean dos teorías T y T' referencialmente pertinentes con respecto a un dominio H de hechos. Entonces, T es *referencialmente más pertinente* con respecto a H que T' sii $[\mathscr{R}(T) \cap H] \supset [\mathscr{R}(T') \cap H]$.

Ejemplo La biología es referencialmente más pertinente que la ética con respecto a los hechos de la agresión, el altruismo y la cooperación en los animales; y la ciencia política es más pertinente respecto de la guerra que la biología o la ética.

Estos conceptos no deben confundirse con el concepto metodológico de pertinencia de las pruebas que puede dilucidarse mediante la

DEFINICIÓN 2.39 Un hecho empírico e es *pertinente respecto de las pruebas* para un constructo c sii hay otro constructo c' tal que (i) c' sea sintácticamente pertinente con respecto a c y (ii) c' sea referencialmente pertinente respecto de e.

Ejemplo 1 La base conceptual del detector de mentiras corriente es la hipótesis de que un aumento del sudor de la mano de un sujeto es un indicio de que está mintiendo. *Ejemplo 2* Los sueños no son (hasta ahora) pertinentes en relación con el estudio de la personalidad, porque no hay ninguna teoría científica en la cual se relacionen los contenidos de la ensoñación con las características de la personalidad. *Ejemplo 3* Antes de la teoría evolutiva, las diferencias entre especies no se consideraban, normalmente, como un indicio a favor (o en contra) de la hipótesis de la evolución.

En la Sección 4.2 dilucidamos el concepto de conmensurabilidad semántica. Ahora podemos complementar esta noción con la de conmensurabilidad metodológica, la cual ha obtenido notoriedad recientemente en relación con las revoluciones científicas. Primero estipulamos la

DEFINICIÓN 2.40 Sean dos teorías fácticas T y T'. Entonces, se dice que T y T' son *metodológicamente conmensurables* sii existen hechos empíricos que sean pertinentes respecto de las pruebas tanto con respecto a T como a T'.

DEFINICIÓN 2.41 Sean *T* y *T'* dos teorías fácticas *metodológicamente conmensurables*. Entonces, se dice que *T* presenta *mayor exposición metodológica* que *T'* sii el conjunto de hechos empíricos pertinente respecto de las pruebas para *T* incluye a aquel que es pertinente respecto de las pruebas para *T'*.

Ejemplo 1 La mecánica relativista exhibe una mayor exposición metodológica que la mecánica clásica, porque está relacionada de manera inextricable con la electrodinámica. *Ejemplo 2* La genética molecular presenta un blanco metodológico mayor que la genética mendeliana, porque es sensible a un conjunto de pruebas adicional: el de la estructura molecular de los genes. *Ejemplo 3* Toda teoría neuropsicológica presenta una exposición metodológica mayor (y, por consiguiente, más riesgos) que la correspondiente teoría conductista (si la hubiera), porque puede invocar pruebas a favor y en contra, tanto de tipo conductual como neurofisiológico.

Ahora bien, poner a prueba una teoría presupone el conocimiento acerca de qué trata esa teoría, no viceversa. En otras palabras, a diferencia del principio del significado por verificación, sostenemos que la semántica de una teoría debe preceder a su metodología (recuérdese la Sección 2.6). De manera más explícita, establecemos la siguiente tesis metodológica:

TESIS 2.4 Si dos teorías científicas son metodológicamente conmensurables, entonces también son semánticamente (referencialmente) conmensurables.

La recíproca es falsa. Por consiguiente, las comensurabilidades referencial y metodológica no son equivalentes. Así pues, dos teorías rivales acerca de los fantasmas son individualmente imposibles de poner a prueba y, en consecuencia, metodológicamente conmensurables en el sentido trivial de que ningún hecho de la experiencia resulta pertinente con respecto a ninguna de ellas. El principio anterior contradice la afirmación –propuesta originalmente por Kuhn y Feyerabend– de que toda teoría revolucionaria nueva es metodológicamente inconmensurable con respecto a su predecesora; que la primera se acepta por razones ajenas a que se haya mostrado su mayor grado de verdad. En cambio, nuestro principio se ajusta a las prácticas reales de (*a*) comparar únicamente las teorías semánticamente conmensurables, (*b*) buscar pruebas pertinentes con respecto a la clase de referencia compartida por las teorías rivales y (*c*) es-

coger de manera racional (aunque, tal vez, errada) entre teorías rivales, después de haber sopesado sus respectivos rendimientos empíricos (predictivos). De esto no se sigue que el mérito fáctico sea lo único que importa, sino que es necesario.

Usualmente, al examinar el rendimiento y valor de las teorías fácticas alternativas, se da por sentado que son semántica y metodológicamente conmensurables. Es decir, se utiliza de manera tácita la

DEFINICIÓN 2.42 Dos teorías fácticas son conmensurables sii son tanto referencialmente conmensurables como conmensurables respecto de las pruebas.

Una última convención: se puede considerar que dos teorías son *rivales* o *competidoras desde el punto de vista semántico* sii, además de ser conmensurables, tienen diferentes sentidos, es decir si no «dicen» lo mismo. (Ejemplos: teorías rivales del aprendizaje o de la movilidad social.) Si dos teorías tuvieran el mismo sentido, podrían diferir únicamente en la organización del material: en este caso, se trataría solo de formulaciones o presentaciones diferentes de un único cuerpo de conocimiento. Pero todavía nos queda mucho camino para llegar al concepto de sentido.

Antes de aplicar las ideas anteriores acerca de la pertinencia, advertimos que estas son pertinentes con respecto a la noción intuitiva de «error categorial» (Ryle, 1949). A la luz de las reflexiones anteriores, resulta claro que no hay errores categoriales absolutos: el que una asociación de conceptos determinada sea incorrecta o no, dependerá de la teoría que se adopte. Está igualmente claro que todos los errores de este tipo son epistémicos, no percances lingüísticos: no consisten en violaciones de las reglas lingüísticas, sino en desviaciones a partir de los cuerpos de conocimiento sustantivo aceptados. De tal modo, mientras que en el contexto de la psicología conductista (adoptada por Ryle) el acoplamiento de conceptos mentalistas a conceptos o bien conductuales o bien neurológicos constituiría un inexcusable paso en falso categorial, en contextos psicológicos anteriores o más desarrollados esa combinación de predicados podría resultar correcta. La ciencia del momento –no la gramática o la crítica literaria– es competente para juzgar si una asociación de predicados dada es correcta o no lo es. En resumidas cuentas, los errores categoriales son errores científicos.

5.2. La paradoja de la confirmación como falacia de pertinencia

Considérese la generalización empírica ⌈Todos los cuervos son negros⌉ o, de forma más breve, ⌈(x) $(Cx \Rightarrow Nx)$⌉. Este enunciado equivale a ⌈(x) $(\neg Cx \vee Nx)$,⌉ así como a ⌈(x) $(\neg Nx \Rightarrow \neg Cx)$⌉. A primera vista, encontrar algo que no sea un cuervo, como un libro, o algo negro, como un túnel, o incluso algo que no sea negro, como una zanahoria, parecería contar como prueba positiva respecto de la generalización. Pero entonces, casi cualquier cosa, sin importar dónde mirásemos, podría considerarse una prueba a favor. En consecuencia, la experiencia resultaría de valor escaso o nulo: la confirmación costaría tan poco que no tendría ningún valor. Esta es una de las paradojas de la confirmación (Hempel, 1945).

Esta paradoja, que no tiene lugar ni en la ciencia real ni en nuestra semántica, ilustra la falacia de impertinencia. En efecto, resulta que el enunciado de que todos los cuervos son negros se refiere a las aves y no a otra cosa: así es como lo entienden los ornitólogos. Por consiguiente, para ponerlo a prueba, el ornitólogo examinará únicamente las *pruebas pertinentes*, es decir los datos acerca de aves, sin molestarse por las cosas que no sean aves, ya sean negras o de color. Este procedimiento está consagrado por nuestra semántica, en particular por la Definición 2.9 (iii) y el Corolario 2.4b. En efecto, la clase de referencia del condicional universal ⌈(x) $(Cx \Rightarrow Nx)$⌉ es igual a la clase de referencia del predicado molecular $C \Rightarrow N$. Y este predicado está definido sobre la intersección de los dominios de sus componentes C y N, según lo convenido en el Capítulo 1, Sección 1.3. Ahora bien,

Dom C = Aves y Dom N = Cosas

por lo cual

$\mathscr{R}_s$ (Todos los cuervos son negros) = Aves ∩ Cosas = Aves
$\mathscr{R}_s$ (Toda cosa o bien no es un cuervo o bien es negra) = $\mathscr{R}_p(\neg C \vee N)$ =
= $\mathscr{R}_p(C \vee N)$ = Aves
$\mathscr{R}_s$ (Todo lo que no es negro no es un cuervo) = $\mathscr{R}_p(\neg N \Rightarrow \neg C)$ =
= $\mathscr{R}_p(N \Rightarrow C)$ = Aves

En consecuencia, solo un examen de las aves será pertinente respecto de la generalización dada y estará en posición de confirmarla o debilitar-

la. (De todos modos, el descubrimiento de cuervos albinos ha refutado esta generalización.) *Moraleja 1*: Si la semántica ha de ser pertinente con respecto a la ciencia real, tiene que estar en consonancia con la metodología de la ciencia. *Moraleja 2*: No resulta de ayuda saltar de la sintaxis (o lógica) de la ciencia a su pragmática (o metodología) sin detenerse en su semántica.

Nuestro análisis de la generalización empírica acerca de los cuervos se extiende a los enunciados de la ciencia teórica. Un ejemplo típico de un condicional simple que aparece en esta última es ⌈Todos los metales son conductores⌉ o, más brevemente, $\lceil(x)\ (Mx \Rightarrow Cx)\rceil$. Esta es una ley propiamente dicha, puesto que, además de estar bien corroborada, pertenece a una teoría científica determinada, la teoría del estado sólido. (Para el criterio de legalidad subyacente cf. Bunge 1967, Volumen I, Capítulo 6, Sección 6.6.) Esta teoría explica la conductividad (tanto térmica como eléctrica) por medio de la estructura metálica: explica por qué los metales deben ser conductores. En la terminología de la sección anterior: *M* es semánticamente pertinente con respecto a *C* porque existe un contexto determinado, la teoría del estado sólido, en el que (*a*) *M* y *C* poseen referentes comunes y (*b*) *M* determina *C*. En cambio, en ⌈Todos los cuervos son negros⌉, el predicado "es un cuervo" es, hasta el momento, semánticamente impertinente con respecto a "es negro": en el momento de escribir estas páginas, no parece haber ninguna teoría científica confirmada que explique la negrura de los cuervos recurriendo a una de sus propiedades esenciales. En otras palabras, en el contexto de la ornitología actual, "cuervo" y "negro" son sintácticamente impertinentes la una para la otra y, con mayor razón, también son mutuamente impertinentes desde el punto de vista semántico. Esta situación, atípica en la ciencia, es típica del conocimiento ordinario: sugiere la ontología de la impertinencia óntica universal, de Hume y James. Semejante metafísica no puede evitar las falacias de impertinencia. Esto no le ocurre a la ontología de la ciencia, que es una red de leyes. Pero este es un tema diferente. En todo caso, nuestra semántica puede ser de ayuda cuando la metafísica se ha descarriado.

6. Conclusión

La noción de referencia, si bien central para la semántica de la ciencia fáctica, es de escaso interés para los lógicos y matemáticos, por lo que ha

sido desatendida por los semantistas. El único intento serio de analizar la referencia de manera exacta parece haber sido el de Goodman. Por desgracia, la definición que ofreció era extremadamente compleja y, al mismo tiempo, no requería que los predicados fueran analizados como funciones que relacionaban individuos con enunciados. Considérese lo siguiente: «*S trata absolutamente acerca de k* si y solo si algún enunciado *T* se sigue de *S* diferencialmente con respecto a *k*». A su vez, «un enunciado *T* se sigue de *S* diferencialmente con respecto a *k* si *T* contiene una expresión que designe a *k* y se siga lógicamente de *S*, en tanto que tampoco se siga lógicamente de *S* ninguna generalización de *T* con respecto a ninguna parte de esa expresión» (Goodman, 1961, pág. 7). Así pues, la noción de "tratar acerca de" se hace depender de los conceptos de consecuencia y denotación, pero este último se deja sin analizar. Aunque solo fuese por esta razón, el *dilucidans* acaba siendo más oscuro que el *dilucidatum* (Patton, 1965). No sorprende que el criterio de Goodman no se haya aplicado para resolver alguno de los problemas genuinos de ambigüedad referencial listados en la Sección 1.

Nuestro enfoque respecto del problema de la referencia ha sido directo: nos hemos ocupado de resolver los problemas mencionados en la Sección 1 y de proponer una solución que pudiera ser controlada. La solución propuesta consiste, en pocas palabras, en sacar a la luz el dominio del predicado de interés. Puesto que la responsabilidad de la caracterización de un predicado fáctico la tiene, en última instancia, una teoría científica, es hacia ella que tenemos que dirigirnos para identificar las entidades de las que trata presuntamente. Atención: a las teorías mismas, no a algún comentario («filosófico») extrasistemático acerca de ellas; y esto con mayor razón dado que, a menudo, tales comentarios están filosóficamente sesgados. Si alguien afirma que una teoría *T* trata de entidades de la clase *K*, que formule *T* de tal modo que *K* aparezca en el dominio de por lo menos uno de los predicados de *T*: de lo contrario, la afirmación no tendrá fundamento. Pero ni siquiera mostrar que una teoría se refiere a entidades de cierta clase demuestra que las describa o las represente. Por ejemplo, una teoría sobre los efectos de la privación de alimento en los niños se referirá al alimento sin describirlo ni representarlo. Pero el concepto de representación merece un capítulo aparte, el siguiente.

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 116

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 117

Capítulo 3

Representación

De acuerdo con una semántica realista, las teorías científicas representan a sus referentes. Las primeras constituyen *representaciones conceptuales* de trozos reales o hipotéticos de realidad o, mejor dicho, de algunas de sus características. Lo mismo vale para algunos predicados y algunas de las fórmulas de una teoría científica. Solo para algunos: no todos ellos representan. Así pues, mientras que una función de distancia puede representar el espaciamiento de la cosas, no todas las infinitas funciones de una función de distancia dada representarán algo. Del mismo modo, no toda línea de deducción de una teoría científica representa un aspecto de una cosa: algunos enunciados son puramente matemáticos. ¿Qué hace que algunos constructos sean representativos y otros no? Este es, en pocas palabras, el problema de este capítulo.

1. Representación conceptual

Hay una analogía entre las teorías científicas y las pinturas. En ambos casos el objeto representado puede estar dado (en lugar de inventado) y la representación puede ser más o menos exacta o verdadera. Esta analogía es la base de las expresiones «Las teorías científicas pintan (o retratan) a sus referentes» y «La ciencia refleja la realidad». Con todo, se trata solo de metáforas, por lo cual no pueden llegar al meollo del asunto. En efecto, la manera de representar difiere en ambos casos. Pri-

mero, en tanto que una representación pictórica es, ella misma, un objeto físico, una representación conceptual es un ente de razón (*ens rationis*). Segundo, mientras que en las representaciones del primer tipo solo las apariencias pueden ser retratadas y todo lo demás, en el mejor de los casos, puede insinuarse, las representaciones científicas no se detienen en la piel de la realidad: su finalidad es representar lo real, que en su mayor parte se halla oculto para los sentidos y es ajeno a la experiencia ordinaria. Tercero y en consecuencia, las representaciones científicas son simbólicas (pero no metafóricas) en lugar de pictóricas, aun cuando puedan contener unos pocos ingredientes pictóricos. Cuarto, mientras que una pintura siempre será interpretada (y a menudo sentida) de tantas maneras diferentes como observadores en estados de ánimo diferentes haya, se supone que una representación científica es objetiva. Quinto, la finalidad de las artes es excitar o sosegar, entretener o edificar –en todo caso, jugar con nuestras emociones– el objetivo de una representación científica es describir sus referentes de un modo veraz. Sean cuales fueren las emociones estéticas que una representación científica pueda suscitar, estas derivan de percatarse de sus virtudes o defectos lógicos y metodológicos.

En consideración de estas importantes diferencias entre las representaciones pictóricas y las representaciones conceptuales, parece aconsejable hablar de *reconstrucciones conceptuales* en lugar de *imágenes* de la realidad. Las reconstrucciones son construcciones, artefactos que resultan del trabajo arduo e ingenioso, no son solo impresiones e imágenes, que pueden obtenerse sin esfuerzo. Las moscas tienen una imagen de la realidad, como también la tienen los científicos, pero estos poseen, además, lo que ellos crean: representaciones conceptuales de objetos que no pueden ser captados por los sentidos. Estas representaciones son solo parciales y, en el mejor de los casos, aproximadamente verdaderas, pero se las puede poner a prueba y mejorar o reemplazar por otras más verdaderas. Y, lo que es más, a diferencia de las imágenes, están construidas con ladrillos matemáticos: una razón más para no llamarlas «pinturas». Más acerca de los problemas del realismo crítico en el Capítulo 10, Sección 3.3.

No todo constructo representa. Para empezar, los conceptos lógicos no representan, aun cuando sean referenciales. Así pues, en nuestra teoría de la referencia (Capítulo 2, Sección 3.2) la disyunción se refiere a proposiciones. Pero no representa nada. Y los enunciados analíticos pueden referirse a cualquier cosa, pero no describen ni representan

nada, excepto objetos lógicos: la lógica no refleja la realidad, sino más bien la estructura del conocimiento humano (cf. Bunge, 1974a). Lo mismo ocurre con otros objetos formales: también son de tipo no representativo. Por ejemplo, el número 8 no representa nada. Es cierto, resulta que 8 es el número de auténticos planetas de nuestro sistema solar† y, por ello, parecería que representa una propiedad de una cosa concreta. No es el caso: 8 no es la propiedad de ningún agregado, aunque pueda considerárselo como la clase de todas las óctuplas. Esta es la razón por la que puede presentarse en cualquier contexto, ya sea formal o fáctico. En otras palabras, si bien el número de planetas es igual a 8, 8 no es idéntico al número de planetas. [O sea, la relación de igualdad involucrada en ⌈El número de planetas es igual a 8⌉ no es simétrica, por lo que no puede ser la de identidad. En consecuencia, en lugar de escribir 'Card (conjunto de planetas) = 8', deberíamos adoptar la convención de Algol y escribir 'Card (conjunto de planetas) : = 8'. De modo semejante, para indicar que atribuimos a x el valor 8 o que establecemos que x es igual (no idéntica) a 8, pero no viceversa, debemos escribir 'x : = 8' en lugar de 'x = 8'.] En todo caso, los constructos formales no necesariamente representan algo y, a menudo, no pueden hacerlo. Una excepción es, tal vez, cuando se trata de otros constructos formales, como cuando se representa un punto de una variedad mediante una n-tupla de números o cuando se representa una función por medio de una serie.

Un constructo neutro, por ejemplo un conjunto, puede representar una cosa concreta o un agregado de ellas. Así pues, se puede hacer que una porción de un continuo represente un cuerpo y puede suponerse que un grafo representa una institución. Pero tales constructos valen por sí mismos y son transportables de un campo de investigación a otro. En consecuencia, no es analizándolos como descubriremos lo que representan, si es que algo representan. Esto solo puede averiguarse por medio del examen del papel que tienen esos constructos en las teorías científicas. Estos papeles se atribuyen a veces de manera explícita, por medio de los supuestos semánticos, como se verá en la Sección 4. En

† Curiosamete, esta afirmación ha vuelto a ser verdadera, a partir del 24 de agosto de 2006, en virtud de la decisión de la Unión Astronómica Internacional de excluir a Plutón de la categoría de los planetas propiamente dichos, para relegarlo a la categoría de «planeta enano». [*N. del T.*]

todo caso, la referencia y la representación son independientes, puesto que se puede hacer que constructos no referenciales –por ejemplo, conjuntos– representen algo, mientras que constructos referenciales, como las tautologías, pueden no representar cosa alguna. En otras palabras, no es el caso que todo lo que representa refiera y viceversa. Lo que sí es cierto es que las teorías científicas refieren y representan.

Más aún, no todos los enunciados fácticos, es decir enunciados con referentes fácticos, representan hechos. Considérese las proposiciones irreduciblemente negativas. Llamaremos a un enunciado *irreduciblemente negativo* si no puede ser transformado en un enunciado positivo equivalente, excepto por medio del truco de introducir predicados negativos o disyuntivos, ninguno de los cuales puede representar propiedades de cosas reales. De ese modo, ⌜La nieve no es azul⌝ es irreduciblemente negativo, aunque pueda ser transformado en ⌜La nieve es no azul⌝ la cual es gramaticalmente afirmativa, pero semánticamente negativa, ya que "no azul" no representa ningún color. Del mismo, ⌜No hay fantasmas⌝ puede ser transformado en ⌜Todo es no fantasmal⌝, pero puesto que "no fantasmal" no corresponde a ninguna propiedad identificable de ninguna cosa, el enunciado es irreduciblemente negativo. Nuestros dos ejemplos ilustran una clase de enunciados con referencia fáctica y, más aún, verdaderos, pero que no representan hecho alguno. En general, si una proposición p representa un hecho h, entonces $\neg p$ es solo la negación de p, no un representante de no-h. (Véase Kraft, 1970.) En otras palabras, no hay hechos negativos: la negación es una operación puramente conceptual, sin correlato óntico. Tenemos que resistir el intento de salvar la concepción de que el lenguaje es una pintura de la realidad por medio de la introducción de la ficción del hecho negativo (Russell, 1918). El número de hechos no puede duplicarse con solo emitir un decreto semántico. En conclusión, los enunciados irreduciblemente negativos nada representan, aun cuando sean verdaderos. Por consiguiente, no todo lo que refiere representa.

En cambio, todo enunciado positivo no tautológico constituye, efectivamente, una representación parcial de sus referentes. En particular, un enunciado fáctico positivo representa un hecho o, mejor dicho, alguna faceta del mismo. Así pues, ⌜b crece más rápidamente que c⌝ se refiere a b y a c y representa (veraz o falazmente) el hecho de que b crece más rápidamente que c. La negación de la proposición tiene la misma clase de referencia que esta –{b, c}–, pero no representa el hecho «negativo» de

que *b* no crece más rápidamente que *c*: se trata únicamente de la negación del primer enunciado.

La distinción entre referencia y representación no es un vano tecnicismo filosófico, resulta pertinente para nuestra comprensión de algunas controversias científicas de interés. Por ejemplo, los biólogos todavía discuten acerca de cuáles son los auténticos referentes de la teoría sintética (neodarwiniana) de la evolución. Hasta el momento, no han aportado ningún argumento concluyente a favor de alguna de las tesis en disputa: que la teoría trata de organismos individuales, de poblaciones o de especies. Sin embargo, una mirada semántica a las fórmulas características de la teoría matemática de la evolución muestra lo siguiente. Primero, la teoría se refiere a poblaciones o agregados de miembros coexistentes e interactivos de una clase dada (especie), por lo que utiliza los tres conceptos: individuo, especie y población. Segundo, la teoría representa características tanto individuales como colectivas, entre ellas los ocasionales cambios de clase (especiación y extinción) que tienen lugar en una población. La imposibilidad de percatarse de que no hay ninguna incompatibilidad entre los tres conceptos, pues cumplen papeles diferentes y complementarios, puede atribuirse no solo a la obsoleta dicotomía platonismo-nominalismo, sino también al atraso de la semántica, que nunca ha ayudado a la ciencia a orientarse.

La diferencia entre referencia y representación es especialmente clara en las teorías desarrolladas, tales como las de la física. Por ejemplo, en este ámbito, una función de probabilidad se *referirá* a algún sistema o a algún (algunos) estado(s) de este, en tanto que puede considerarse que los valores de esa función *representan* ciertas disposiciones del sistema, de modo muy semejante a como la función de masa *M* se refiere a cuerpos, mientras que un valor particular $M(c)$ de *M* representará la masa del cuerpo *c*. En la mecánica cuántica, toda propiedad dinámica de un sistema, tal como su momento lineal, se representa por medio de un operador en un espacio de Hilbert. Vale decir, el operador representa una propiedad de su referente. En la mecánica estadística, la función de partición de un sistema multicomponente se refiere a este, pero no representa ninguna propiedad particular del sistema. Consigue hacer mucho más: genera los representantes conceptuales de todas las propiedades termodinámicas del sistema físico. Y en la teoría electromagnética, el valor $E(\phi, x, t)$ de la función vectorial [*vector valued function*] *E* en el campo ϕ en el lugar *x* en el instante *t*, representa la

fuerza del componente eléctrico del referente ϕ en x y t. En la teoría hay infinitos constructos, tales como las potencias y derivadas de E, todos ellos con el mismo referente, pero que no representan ninguna característica de él.

En resumidas cuentas, mientras que en los contextos fácticos la relación de referencia aparea un constructo con una cosa como totalidad o con una colección de cosas, la relación de representación relaciona un constructo con un aspecto o propiedad de la cosa o colección de cosas. Del mismo modo en que leemos '$\mathcal{R}cf$' se refiere a f, podemos abreviar 'c representa a f" como '$c \triangleq f$'. Si resulta que c es un constructo cuantitativo, también podemos leer '$c \triangleq f$' como 'c representa la intensidad de f' donde f es una propiedad, no una cosa íntegra o un hecho íntegro. Por ejemplo, en la neurobiología matemática, se supone que el elemento a_{mn} de cierta matriz representa la intensidad de la acción (excitativa o inhibitoria) de la neurona m sobre la neurona n. La Tabla 3.1 exhibe algunos ejemplos típicos de representación conceptual que guiarán nuestra subsiguiente investigación.

2. La relación de representación

2.1. Una caracterización

La relación $\triangleq$ de representación conceptual aparea algunos constructos con algunos objetos, ya sean conceptuales o fácticos. Restringiremos nuestro estudio al caso en que lo representado es un objeto fáctico, o sea cuando se trata de una cosa o un agregado de cosas, una propiedad de algunas de ellas o un cambio en una o más propiedades de un sistema (es decir, un acontecimiento). Los principales tipos de representantes y sus respectivos representados se muestran en la Tabla 3.2.

Son pertinentes algunos comentarios. Primero, no hemos incluido ninguna constante individual en nuestra lista. La razón es que los nombres pueden denotar, pero no representar. De tal modo, denotamos al hombre Sócrates mediante su nombre, pero ese hombre solamente es representado por ciertas proposiciones acerca de él, así como por ciertas descripciones determinadas de él. Y una cosa individual no especificada (un elemento arbitrario de un conjunto de cosas) se denota igualmente por medio de una variable individual, pero esta no la representa. La me-

TABLA 3.1
Constructos: representativos y que no representativos

	Constructo	Representa	Se refiere a
Conceptos no referenciales	3	———	———
	Conjunto abierto de R^n	Conjunto abierto de una n-variedad	———
	Región de una 3-variedad	Cuerpo o campo de fuerza	———
Conceptos referenciales	$Q(b)$	Carga de b	Cuerpo b
	$P(s)$	Probabilidad de s	Sistema en el estado s
	Variedad $6n$ dimensional	Estados dinámicos de un sistema con n componentes	Sistema con n componentes
	Función de partición	———	Sistema multicomponente
Enunciados	El lago se congeló.	El congelamiento del lago	El lago
	Hacía frío en el lago.	Propiedad conjunta de lago y sujeto	Lago y sujeto
	No existen las personas verdes.	———	Personas
Teorías	Teoría de campos de Maxwell	Estructura y dispersión de campos electromagnéticos	Campos electromagnéticos
	Teoría evolutiva	Emergencia, evolución y extinción de poblaciones pertenecientes a diferentes especies	Poblaciones u organismos
	Teoría de la movilidad social	Cambios de ocupación, clase social, nivel de ingresos o lugar de habitación	Grupos de personas

TABLA 3.2
Qué representa qué

Constructo representativo	Objeto representado
Conjunto de enunciados (por ejemplo, teoría)	Sistema (individuo o agregado)
Predicado o estructura (por ejemplo, un conjunto junto con una relación definida para él)	Propiedad de un sistema, relación o conexión entre sistemas
Conjunto de enunciados singulares o existenciales	Hecho que involucra a uno o más sistemas (estado, circunstancia o acontecimiento)
Conjunto de enunciados universales (por ejemplo, enunciados legales)	Pauta de composición, estructura o cambio de un sistema

jor manera de representar las cosas individuales, ya sea que estén especificadas o no, es mediante conjuntos de enunciados lógicamente organizados, es decir por medio de teorías.

Segundo y en consecuencia: los conjuntos que carecen de estructura tampoco representan. Así pues, podemos estipular que '*E*' denota la población de elefantes africanos, pero *E* es incapaz de representar cosa alguna. Solo un conjunto estructurado, tal como un conjunto más ciertas funciones o una familia de subconjuntos de un conjunto dado, pueden representar algo. Y los conjuntos estructurados son estructuras, tales como un semigrupo o un espacio topológico.

Tercero, hemos incluido los enunciados existenciales entre los constructos representativos. Podría objetarse que una proposición como ⌈Hay moscas⌉ no representa ningún hecho. Sin embargo, sí representa una condición del mundo, aunque lo hace de una manera imprecisa. ⌈Hay moscas en esta habitación⌉ es un enunciado más preciso, independientemente de su valor de verdad. Es posible imaginar toda una secuencia de estos enunciados, cada uno más preciso que su predecesor. Tales enunciados tendrán contenidos diferentes, pero puede considerarse que cada uno de ellos, incluso el primer enunciado de existencia sin calificar, es representativo. En resumen, un enunciado existencial, si se refiere a cosas, constituye una representación parcial, aunque difusa, de algún hecho que involucra esas cosas.

Cuarto, adviértase que distinguimos entre un enunciado legal y lo que se supone que esta proposición representa: una pauta objetiva. Vale decir, distinguimos entre enunciado legal y ley. Esta distinción, enfatizada por el físico y filósofo Ampère y negada o pasada por alto por diversos filósofos (especialmente por Hume, Kant, Peirce, Boutroux y sus respectivos seguidores), es necesaria para dar razón del hecho de que cada pauta objetiva puede ser representada de diversas maneras, tal como se verá en la Sección 2.2. También resulta necesaria para explicar tanto los procesos de desarrollo de teoría como la historia de la ciencia, cuya historia puede considerarse como una secuencia de intentos de desarrollar representaciones conceptuales cada vez mejores de pautas objetivas o leyes.

Resumimos los comentarios anteriores en la siguiente y bastante informal

DEFINICIÓN 3.1 La relación $\triangleq$ de *representación fáctica* relaciona constructos con hechos [vale decir, tal que $\mathscr{E}(\triangleq) \subset C \times F$], sujeta a las siguientes condiciones:

(i) las propiedades de las cosas reales (lo que incluye sus interacciones con otras cosas) se representan por medio de predicados (en particular, por medio de funciones);

(ii) las cosas reales se representan por medio de conjuntos estructurados por relaciones, funciones u operaciones;

(iii) los hechos (por ejemplo, los acontecimientos) se representan mediante conjuntos de enunciados singulares o existenciales;

(iv) las pautas estables (recurrentes e invariantes) de la constitución y comportamiento de las cosas reales se representan por medio de conjuntos de enunciados universales.

Aparte de lo anterior, tal como aquí se la interpreta, $\triangleq$ no posee ninguna propiedad simple. En particular, no es simétrica: los objetos representados no representan, a su vez, a sus representantes. Por consiguiente, $\triangleq$ no es reflexiva: los constructos no se representan a sí mismos. Y la cuestión de si $\triangleq$ es transitiva no tiene sentido, puesto que los hechos nada representan.

Cuando el constructo representativo es una teoría (sistema hipotético-deductivo) intentamos ser más precisos y hablamos de una función de representación en lugar de una mera relación. De hecho, proponemos la

DEFINICIÓN 3.2 Sea T una teoría acerca de entidades de la clase K y llamemos S a la colección de estados posibles (es decir, al espacio de esta-

dos) de un miembro arbitrario de K. Luego, se dice que T es una *representación* de los K sii existe una función $\triangleq : S \rightarrow 2^T$ que asigne a cada estado $s \in S$ un conjunto t de enunciados de T. En este caso, '$t = \triangleq (s)$' se lee 't representa a s'.

Ahora bien, una representación puede ser pobre, aceptable o buena dependiendo de cuán completa y verdadera sea. El ideal está caracterizado por la

DEFINICIÓN 3.3 Sea $\triangleq : S \rightarrow 2^T$ una representación de cosas de alguna clase. Luego, se dice que T es *exacta* sii (i) $\triangleq$ es biyectiva y (ii) $\triangleq (s)$ es verdadera para todo $s \in S$.

A decir verdad, no existen representaciones teóricas totalmente exactas de sistemas reales: toda teoría pasa por alto algunos estados posibles o incluye algunos estados imposibles o sus fórmulas son solo aproximadamente verdaderas. Sin embargo, a menudo leemos que la probabilidad constituye una representación isomórfica y verdadera de los acontecimientos aleatorios. El argumento, por lo general, es el siguiente. Considérense los posibles resultados de un experimento aleatorio, tal como el lanzamiento simultáneo de dos monedas. Fórmese el conjunto E de todos los resultados posibles, tales como obtener al menos una cara o no obtener ninguna cara durante la prueba. Se ve fácilmente que E tiene una estructura de Boole. Ahora fórmese el conjunto T de enunciados que describen esos acontecimientos posibles. Este conjunto, también, será un álgebra de Boole. En consecuencia, existe una biyección $\triangleq$ que aplica E sobre T de manera tal que, si e_1 y e_2 pertenecen a E, entonces $\triangleq (e_1) = t_1 \in T$, $\triangleq (e_2) = t_2 \in T$, $\triangleq (e_1 \cap e_2) = \triangleq (e_1)$ & $\triangleq (e_2)$, $\triangleq (e_1 \cup e_2) = \triangleq (e_1) \vee \triangleq (e_2)$ y, finalmente, $\triangleq (\bar{e}) = \neg \triangleq (e)$. La debilidad de este razonamiento es, desde luego, que E no es un conjunto de hechos reales, sino de hechos posibles: los acontecimientos reales son «positivos» y «definidos» (simples o compuestos, pero nunca alternativos). Por consiguiente, no hay ninguna biyección que relacione acontecimientos aleatorios reales con una teoría. Lo cierto es que la teoría de probabilidades es parte del trasfondo formal de toda teoría estocástica que provea una representación (nunca completamente exacta) de algún dominio fáctico.

Pospondremos una discusión completa de $\triangleq$ hasta el Capítulo 6, Sección 3. Aquí apuntaremos las relaciones entre $\triangleq$ y otras relaciones semánticas, tal como las resumimos en la Figura 3.1.

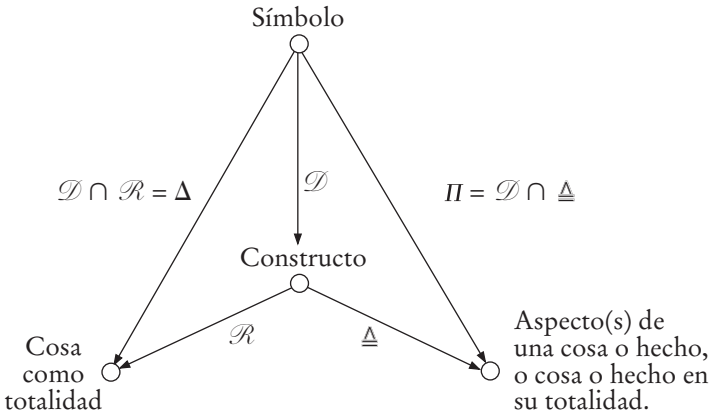


Figura 3.1. Relaciones entre designación ($\mathscr{D}$), referencia ($\mathscr{R}$), denotación (Δ), representación ($\triangleq$) y delegación (Π).

La nueva relación que aparece en el diagrama, es decir la intersección Π de la designación $\mathscr{D}$ y la representación $\triangleq$, puede interpretarse como la relación de *representación* o delegación. Así pues, podemos decir que, en cierto contexto, el símbolo '*V*' designa el (o, mejor dicho, un) concepto de velocidad, el cual a su vez representa la velocidad. Pero también podemos decir que (en el mismo contexto) '*V*' simboliza, o representa, la velocidad.

Cerramos esta sección con la Tabla 3.3, que exhibe los numerosos elementos de una de las más simples y características teorías científicas específicas. La tabla muestra con claridad que los supuestos de representación son parte esencial de la teoría: sin ellos esta se reduce a un formalismo matemático.

2.2. La multiplicidad de las representaciones

Las representaciones no son únicas: un mismo elemento fáctico puede ser representado de maneras alternativas. Algunas de esas alternativas son equivalentes entre sí, otras no. Por ejemplo, una región del espacio físico *S* puede representarse como un subconjunto de una variedad *M*, la cual a su vez puede aplicarse a un subconjunto de la colección *R* de ternas de números reales. En consecuencia, el espacio físico puede representarse o bien como una porción de *M* o bien como una porción de R^3: véase

TABLA 3.3
Teoría de la cuerda vibrante: sus principales constructos y lo que representan

Constructo	Representa	Estatus
x	Proyección de un punto arbitrario de la cuerda sobre el eje Ox	Concepto fundamental
l	Longitud de la proyección de la cuerda sobre el eje Ox	Concepto fundamental
t	Instante arbitrario	Concepto fundamental
$u(x, t)$	Desplazamiento vertical de un punto arbitrario de la cuerda en el instante t	Concepto fundamental
T	Tensión de la cuerda	Concepto fundamental
ρ	Densidad de masa de la cuerda	Concepto fundamental
$(T/\rho)^{1/2}$	Velocidad de las ondas que se propagan	Concepto fundamental
$1/2\ \rho\ (\partial u/\partial t)^2\ dx$	Energía cinética del elemento dx de la cuerda	Concepto definido
$1/2\ T\ (\partial u/\partial x)^2\ dx$	Energía potencial del elemento dx de la cuerda	Concepto definido
$E =_{df} 1/2 \int_0^l dx\ [\rho\ (\partial u/\partial t)^2 - T\ (\partial u/\partial x)^2]$	Energía total de la cuerda	Concepto definido
$\mathcal{L} =_{df} 1/2\ [\rho\ (\partial u/\partial t)^2 - T\ (\partial u/\partial x)^2]$	Exceso de densidad de energía cinética sobre la densidad de energía potencial (densidad lagrangiana)	Concepto definido
$\int_{t_1}^{t_2} dt \int_0^l dx\ \mathcal{L}$ = máximo o mínimo	Pauta de todas las vibraciones de cuerda como totalidad en un intervalo de tiempo arbitrario $[t_1, t_2]$ (ley global)	Enunciado legal fundamental
$T\ (\partial^2 u/\partial x^2) - \rho\ (\partial^2 u/\partial t^2) = 0$	Pauta de todas las vibraciones de un punto arbitrario de cuerda en un instante arbitrario (ley local)	Enunciado legal derivado

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 128

$u_1 = \phi_1 (x - Vt)$		Onda propagándose de izquierda a derecha por el eje Ox con velocidad V	Esquema de enunciado legal derivado (ϕ_1 arbitrario)
$u_2 = \phi_2 (x - Vt)$		Onda propagándose de derecha a izquierda por el eje Ox con velocidad V	Esquema de enunciado legal derivado (ϕ_2 arbitrario)
$E = \text{const}$		La energía total de la cuerda permanece constante en el curso del tiempo	Enunciado legal derivado
$u(x, 0) = f(x)$	Condiciones iniciales, con f y g dadas	Forma inicial de la cuerda	Hipótesis subsidiaria o dato
$(\partial u/\partial t)(x, t) = g(x)$		Velocidad inicial de un punto arbitrario de la cuerda	Hipótesis subsidiaria o dato
$u(0, t) = u(l, t) = 0$ (condiciones de contorno)		Extremos de la cuerda, fijos en cada instante	Hipótesis subsidiaria o dato

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 129

la Figura 3.2. Estas dos representaciones no son equivalentes. Pero, a su vez, cada región del espacio numérico puede aplicarse sobre alguna otra región del mismo espacio por medio de una transformación de coordenadas. Puesto que hay infinitas transformaciones de coordenadas posibles, son posibles infinitas representaciones de una región dada de la variedad *M*, por lo que también hay infinitas representaciones numéricas de la región original del espacio físico. Estas últimas representaciones, vale decir los diversos retazos de coordenadas que reflejan una única región de *M* (o de *S*), son mutuamente equivalentes. Por consiguiente, la elección entre ellas es una cuestión comodidad, no de verdad. (En consecuencia, si el significado dependiera de la verdad, se las debería declarar sin significado.)

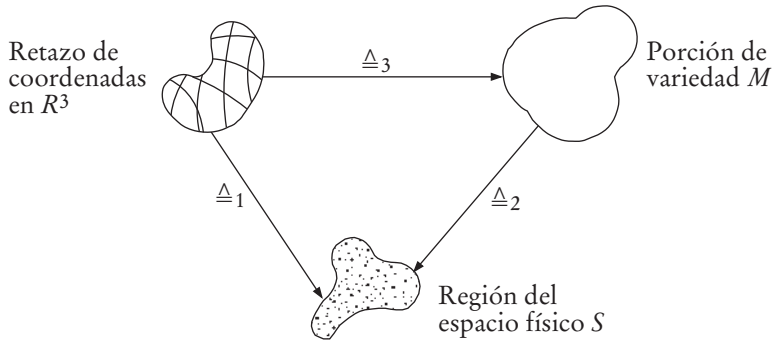


Figura 3.2. El retazo de coordenadas es un constructo que representa otro constructo, a saber una región de una variedad. Cada uno de ellos constituye una representación sui géneris de una región del espacio físico.

A fin de comparar representaciones alternativas necesitamos, como mínimo, criterios claros para decidir si dos constructos dados representan el mismo elemento fáctico de maneras diferentes, pero equivalentes. La física posee una multitud de tales criterios, los cuales son de considerable interés gnoseológico y metodológico. *Ejemplo 1* En la mecánica clásica, todo par de soluciones a las ecuaciones de movimiento son representaciones equivalentes del mismo estado de movimiento del sistema, siempre y cuando puedan ser convertidas la una en la otra por medio de una transformación de Galileo. *Ejemplo 2* En la teoría relativista de la gravedad, se establece que dos soluciones de las ecuaciones de campo que se refieren al mismo campo y pueden ser transformadas la una en

la otra por medio de una transformación de coordenadas continua representan el mismo estado del campo. *Ejemplo 3* En la teoría del electrón con espín, todo componente del espín del electrón está representado por un operador que, a su vez, puede representarse por medio de matrices alternativas. Dos de estas matrices representan el mismo componente del espín, a condición de que exista una transformación unitaria que convierta la una en la otra.

Cada uno de los criterios de representación equivalente anteriores tiene un lugar determinado en alguna teoría: no parece haber criterios ajenos a la teoría. Por esta razón, las definiciones que propondremos a continuación son dependientes de una teoría. La primera de ellas tratará de constructos alternativos en una teoría, la segunda del código de traducción que relaciona representaciones mutuamente equivalentes y la tercera se ocupará de las teorías equivalentes.

La primera de las definiciones depende del concepto de enunciado legal fundamental. Se trata de un concepto metacientífico antes que semántico, pero no tenemos que disculparnos por esta intrusión: resulta inevitable si nuestra teoría semántica ha de ser pertinente con respecto a la ciencia. En todo caso, el concepto en cuestión puede dilucidarse en la filosofía de la ciencia (Bunge, 1967a, Capítulo 6). Se llama *enunciado legal* a una hipótesis si y solo si (i) es universal en algún aspecto (en lugar de estar restringida a un número finito de casos), (ii) es sistemática, es decir es un miembro de un sistema hipotético-deductivo y (iii) ha sido corroborada en algún dominio a través de métodos científicos. Y una proposición de esta clase se llama enunciado legal *básico* (o *fundamental*) de una teoría *T* si y solo si no deriva de ningún otro enunciado de *T*. Ahora estamos preparados para enunciar la

DEFINICIÓN 3.4 Sean *c* y *c*' dos constructos representativos que pertenecen a una teoría fáctica *T*. Entonces, *c* y *c*' son *representaciones equivalentes* del mismo elemento fáctico (estado, acontecimiento o proceso) si y solo si pueden ser reemplazados libremente (vale decir, sustituirse *salva significatione* y *salva veritate*) el uno por el otro en todos los enunciados legales fundamentales de *T*, es decir si estos últimos son invariantes respecto del intercambio entre *c* y *c*'.

Ejemplo 1 La elección de sistemas de coordenadas diferentes tiene como consecuencia representaciones distintas de las cantidades físicas. Estas representaciones son equivalentes si satisfacen las mismas leyes del

movimiento y las mismas leyes de campo. *Ejemplo 2* Sean P y Q dos operadores cuánticos que representan variables dinámicas. Estos operadores representarán la misma propiedad de un sistema físico siempre y cuando exista una transformación de similaridad (o afín) S entre ellos, es decir sii $Q = SPS^{-1}$. Demostración: las transformaciones afines dejan invariantes las ecuaciones de un operador. Por ejemplo, $P^2 + P + I = 0$, donde I simboliza el operador identidad, se convierte en $SPS^{-1}\ SPS^{-1} + SPS^{-1} + SIS^{-1} = 0$. Si llamamos $SPS^{-1} = Q$, recuperamos el enunciado original con una notación diferente, es decir $Q^2 + Q + I = 0$. *Ejemplo 3* Sea el hamiltoniano de un sistema de dos componentes $H = H_1 + H_2 + H_{1\,2}$. Ejecútese una transformación canónica (unitaria) de los Q y P que «elimine» las energías no perturbadas, es decir que haga que H colapse en $H_{1\,2}$. Las nuevas variables constituyen la llamada 'representación interacción' del sistema.

La Definición 3.4 se relaciona con un aspecto fundamental de la formación de conceptos en la ciencia fáctica: la representación de propiedades de sistemas concretos. Entre los principales de estos representantes están magnitudes físicas tales como la fuerza, la tensión, la concentración y la temperatura. Toda magnitud o cantidad puede representarse por medio de al menos una función cuyos valores dependen no solo del propio sistema físico sino, tal vez, también de las unidades convencionales acordadas. En otras palabras, las magnitudes y sus correspondientes unidades (toda una clase de ellas para cada magnitud) tienen que introducirse de una sola vez: el conjunto de unidades posibles para cada magnitud dada debe aparecer en el propio dominio de «definición» de la función. Por ejemplo, en la electrostática elemental, la fuerza eléctrica F entre dos cargas puntuales es una función F: $B \times B \times U_F \rightarrow R^3$, en la cual B es el conjunto de cuerpos, U_F el conjunto de unidades de fuerza y R^3 el conjunto de ternas ordenadas de números reales. Hay infinitas unidades en U_F. Toda elección entre ellas implicará un valor de fuerza. Lo mismo ocurrirá con cada una de las otras magnitudes, siempre y cuando tengan dimensión.

Una manera de resolver este problema de modo general es adoptar, para toda cantidad escalar y todo componente de una cantidad vectorial o tensorial, el siguiente supuesto (Bunge, 1971a):

AXIOMA 3.1 Sean A, B, …, N n clases de sistemas físicos provistos de una propiedad (mutua o conjunta) P. Y sea R que designa el sistema de números reales y $\mathscr{P}(R)$ el conjunto potencia de R, o sea la familia de todos los intervalos de números reales. Entonces, para cada propiedad P existe

un conjunto no vacío U_M, llamado conjunto de *M-unidades*, y hay al menos una función,

$$M : A \times B \times \ldots \times N \times U_M \rightarrow V, \text{ con } V \subseteq R \text{ o } V \subseteq \mathscr{P}(R),$$

llamada *magnitud*, tal que M represente a P.

A primera vista, este supuesto es redundante, ya que para todo dominio D hay infinitas funciones «definidas» sobre D, con valores de R o $\mathscr{P}(R)$. {Existen R^D de tales funciones en el primer caso y $[\mathscr{P}(R)]^D$ en el segundo.} Pero nuestro axioma no se refiere a esas funciones, salvo con respecto a su capacidad representativa. Establece que, dada una propiedad cualquiera –conocida o no conocida– de un sistema, hay al menos una función que la *representa*, vale decir que satisface los enunciados legales que caracterizan al sistema. Este postulado tiene casi la naturaleza de una esperanza: bien podría haber una propiedad no representable. Pero entonces, no sabríamos de su existencia, puesto que nuestro conocimiento de las cosas y sus propiedades *se funda en* nuestra representación de ellas. Más aún, el postulado no afirma que la representación de toda propiedad sea única: de manera realista, el cuantificador existencial es indefinido. Probablemente, diferentes teorías representen la misma propiedad de manera distinta. No es tarea de la semántica decidir cuál es la mejor representación de una propiedad determinada. Lo que la filosofia sí puede hacer es explicar y sistematizar los criterios utilizados para escoger entre las representaciones posibles de una propiedad dada. Un criterio (metodológico) para ello es este: dada una propiedad de un sistema complejo, la mejor representación será la que aparezca en los enunciados legales más verdaderos y más numerosos acerca del sistema dado.

2.3. Fórmulas de transformación y teorías equivalentes

Volviendo a las representaciones equivalentes de un conjunto dado de elementos fácticos: ¿cómo están relacionadas esas representaciones? La respuesta la provee la

DEFINICIÓN 3.5 Un enunciado de una teoría T se llama fórmula de transformación de T sii el enunciado relaciona representaciones equivalentes de los mismos elementos fácticos (según lo afirmado en la Definición 3.4).

Ejemplo 1 Las fórmulas de transformación de Lorentz relacionan las coordenadas espaciotemporales de un mismo sistema físico en relación con marcos de referencia equivalentes: son fórmulas de transformación de la física de la relatividad especial. *Ejemplo 2* Las transformaciones canónicas (o de contacto) relacionan diferentes representaciones de las coordenadas y cantidades de movimiento generalizadas de un sistema. Puesto que mantienen invariantes las ecuaciones fundamentales (canónicas), están entre las fórmulas de transformación de toda teoría canónica.

Se imponen algunos comentarios. Primero, las fórmulas de transformación no son enunciados legales y tampoco son datos, aun cuando sean inherentes a todas las teorías fácticas que contengan conceptos espaciotemporales. Únicamente relacionan representaciones diferentes. Con frecuencia, este punto, que resulta obvio a la luz de lo dicho precedentemente, no se entiende bien. De tal modo, las fórmulas de transformación de Lorentz (y también las de Galileo) se interpretan a menudo como si representaran la activación de un movimiento uniforme, lo cual, desde luego, correspondería a una aceleración, no a un movimiento relativo uniforme. Y en una época, se consideraba que la teoría cuántica de transformaciones canónicas (unitarias) era el núcleo mismo de la teoría física, mientras que, en realidad, no tiene contenido fáctico propio, ya que es una colección de puentes entre representaciones diferentes, aunque equivalentes.

Ahora estamos en condiciones de dilucidar la noción de representación teórica equivalente, concepto que adquirió prominencia en el juicio a Galileo y que, desde entonces, ha estado en el centro de la disputa entre el realismo y el instrumentalismo. (De hecho, una de las tesis del Cardenal Belarmino era que Galileo se equivocaba al afirmar que el «sistema del mundo» heliocéntrico era verdadero, en tanto que el sistema geocéntrico era falso: Galileo debería haber dicho, en cambio, que los dos sistemas eran equivalentes. Esta misma concepción ha sido defendida recientemente por convencionalistas como Poincaré y por positivistas como Frank y Reichenbach. Sin embargo, en esos debates, la noción misma de equivalencia nunca estuvo demasiado clara.) Proponemos la siguiente dilucidación:

DEFINICIÓN 3.6 Sean T y T' dos teorías con los mismos referentes fácticos. Llamemos $\mathbb{P}$ y $\mathbb{P}'$ a sus respectivas bases predicativas. Entonces, se dice que T y T' son *semánticamente equivalentes* (o que constituyen *representaciones equivalentes* de sus referentes) si y solo si existe un con-

junto de fórmulas de transformación para $\mathbb{P}$ y $\mathbb{P}'$ que efectúe la conversión de *T* en *T'* y viceversa *salva veritate*.

Ejemplo 1 Las dinámicas de Lagrange y de Hamilton son representaciones equivalentes de sistemas en general, aun cuando sus formalizaciones sean diferentes. En efecto, hay un puente o fórmula de transformación entre las dos teorías, a saber $H = pq - L$, que mantiene el contenido invariante. *Ejemplo 2* En cambio, los «sistemas del mundo» geocéntrico y heliocéntrico no son equivalentes desde el punto de vista semántico, aunque solo fuese porque el primero no contiene ecuación de movimiento alguna (sino únicamente ecuaciones para las trayectorias). Solo las trayectorias planetarias son representaciones equivalentes, cuando están escritas en forma de coordenadas geocéntricas o heliocéntricas. Puesto que tales trayectorias son todo lo que puede observarse, un empirista tiene que concluir la equivalencia íntegra de las dos representaciones. Sin embargo, son realmente diferentes en todos los demás aspectos: "fáctico" y "empírico" no son conceptos idénticos. Por ejemplo, la representación del sistema solar de Copérnico-Kepler-Newton no solo se refiere a los cuerpos del sistema, sino también al campo gravitatorio que los mantiene unidos, algo que la representación ptolemaica no hacía. (Cf. Bunge, 1961c.)

Cerramos esta sección estableciendo algunos principios que son pertinentes respecto de las anteriores reflexiones, aunque pertenecen a la pragmática de la ciencia, antes que a su semántica. Cualquiera sea su adscripción correcta, helos aquí.

*P*1 Para todo elemento fáctico (cosa, propiedad de una cosa, acontecimiento) es posible desarrollar al menos un constructo que lo represente.

*P*2 Dado un constructo representativo cualquiera, es posible formar por lo menos otro constructo que sea equivalente al primero desde el punto de vista semántico.

*P*3 Dado un constructo representativo cualquiera, es posible desarrollar un constructo más rico desde el punto de vista semántico.

3. Modelado

3.1. Del esquema a la teoría

Un único predicado, tal como "redondo" o "competitivo", puede representar una característica de un sistema complejo, nunca todo el sistema.

Una representación adecuada de la totalidad de un sistema, aun si se trata de uno comparativamente simple, requiere de grupos de conceptos; mejor aún, de toda una teoría, es decir de un cuerpo de enunciados lógicamente interconectados. Sin embargo, a los fines de la vida ordinaria, así como para determinados propósitos científicos, a menudo resulta suficiente una simple lista de propiedades sobresalientes. Por ejemplo, "Morena, de altura media, 90-60-90, bonita, graciosa" puede pasar por una representación de una muchacha; en realidad, de toda una clase de ellas. Más allá de esto, nuestras representaciones conceptuales de las cosas, reales o hipotéticas, se presentan en grados de complejidad y generalidad. Resulta conveniente distinguir las siguientes clases de representaciones de un sistema, en orden de complejidad y generalidad creciente (cf. Bunge, 1973a y 1973b).

1 *Esquema* o *modelo objeto* = Lista de propiedades sobresalientes de un objeto de una especia dada. *Ejemplo* Un pión es una partícula con masa de 135 MeV y vida media de 10^{-16} s, que se desintegra comúnmente en dos fotones gama.

2 *Esbozo* o *diagrama* = Grafo de los componentes de un objeto de una especie dada y de sus funciones y relaciones. *Ejemplo* Diagrama de flujo de una fábrica.

3 *Modelo teórico* o *teoría específica* = Sistema hipotético-deductivo de enunciados que representan algunas de las características sobresalientes de una cosa de una especie determinada. *Ejemplo* Un modelo aleatorio del aprendizaje.

4 *Marco* o *teoría genérica* = Teoría que representa las características comunes a todas las cosas de un género determinado. *Ejemplo* Teoría de la evolución.

En pocas palabras: un esquema lista elementos; un esbozo muestra un boceto de las relaciones entre los elementos de un esquema; un modelo teórico detalla el esbozo y una teoría genérica es una teoría que carece de especificaciones, pero puede convertirse en un modelo teórico (una teoría específica) mediante la adición de un esquema o un modelo objeto. Supuestamente, los cuatro constructos representan una cosa real, pero cada uno de ellos es necesariamente incompleto, así como parcialmente fiel (verdadero), en el mejor de los casos. Estas dos desventajas de nuestras representaciones conceptuales no pueden resolverse, salvo poco a poco y de dos maneras. Primero, a través de la multiplicación del número de representaciones conceptuales (por ejemplo, de modelos teóricos)

de un mismo objeto, haciendo que cada una de ellas se centre en un aspecto diferente del mismo: es decir, variando el punto de vista. Segundo, por medio del mejoramiento de cada una de esas representaciones parciales. En realidad, lo que sucede es esto: en un momento dado, tenemos un montón de instantáneas de un objeto y en sucesivos instantes tenemos montones diferentes y más altos de instantáneas. (Suposición: que se siga investigando.) Pero basta de metáforas.

Las diversas clases de representaciones conceptuales también pueden caracterizarse como sigue.

MARCO (TEORÍA GENÉRICA) T_G
Referentes: objetos *g* del género *G*
Base primitiva: $\mathscr{B}(T_G) = \langle G$, Representantes de las propiedades fundamentales genéricas de los $g\rangle$
Base axiomática: $\mathscr{A}(T_G)$ = Supuestos básicos que «definen» a $\mathscr{B}(T_G)$

MODELO TEÓRICO (TEORÍA ESPECÍFICA) T_S
Referentes: objetos *s* de la especie *S*
Base primitiva: $\mathscr{B}(T_S) = \langle S$, Representantes de las propiedades fundamentales genéricas de los $S\rangle$
Base axiomática: $\mathscr{A}(T_S)$ = Supuestos básicos que «definen» a $\mathscr{B}(T_S)$

ESBOZO (DIAGRAMA) D_S
Referentes: objetos *s* de la especie *S*
Conceptos: $\mathscr{B}(T_S)$
Hipótesis: El esqueleto de $\mathscr{A}(T_S)$

ESQUEMA (MODELO OBJETO) M_S
$M_S = \mathscr{B}(T_S)$

Ahora las relaciones y diferencias entre las cuatro clases de representaciones conceptuales están más claras. Pueden resumirse como sigue:

(i) En tanto que un esquema es solo un montón de conceptos, un esbozo es una estructura, como, por ejemplo, un grafo orientado. Un esbozo incluye un esquema.

(ii) No hay diferencia lógica entre un modelo teórico y una teoría genérica: ambos son sistemas hipotético-deductivos. La diferencia radica en sus correspondientes clases de referencia y queda reflejada en una ma-

yor especificidad de los supuestos fundamentales de un modelo teórico. Brevemente, en tanto que $\mathscr{R}(T_G) = G$, $\mathscr{R}(T_S) = S \subset G$.

(iii) $\mathscr{B}(T_S) = \mathscr{B}(T_G) \cup M_S$, vale decir $\mathscr{B}(T_G) = \cap_{S \subset G} \mathscr{B}(T_S)$.

(iv) $\mathscr{A}(T_S) = \mathscr{A}(T_G) \cup H_S$, donde H_S es un conjunto de supuestos que representan las características específicas de los miembros de *S*, tal como se han esbozado en el correspondiente esbozo o diagrama.

(v) Ninguno es una pintura de su referente: todas las representaciones conceptuales son simbólicas. Incluso los diagramas científicos son simbólicos y pueden ser reemplazados por conjuntos de enunciados. No es posible que una teoría se parezca a sus referentes. De tal modo, no hay ninguna analogía entre un campo y la ecuación diferencial que lo representa. Aun la representación pictórica de un átomo de Bohr no simboliza más que una pequeña parte del modelo de Bohr: deja fuera las ecuaciones de movimiento, las condiciones de cuantificación y las resultantes ecuaciones de salto.

La Tabla 3.4 de la siguiente página exhibe algunos ejemplos de las cuatro clases de constructos que acabamos de caracterizar.

3.2. Problemas de modelado

La representación conceptual de las cosas suscita un sinnúmero de problemas interesantes, algunos semánticos, otros metodológicos y otros técnicos, es decir tratables con los recursos de una ciencia particular. Aquí solo podemos mencionar unos pocos de esos problemas.

1 Dadas dos representaciones, averígüese si son representaciones *equivalentes* del mismo sistema. Por ejemplo, averígüese si estos dos diagramas de red son equivalentes. (Lo son: véase Seshu y Reed, 1961, pp. 1-2.)

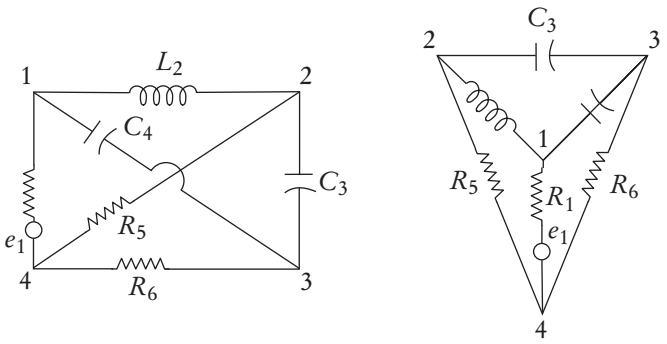


Tabla 3.4
Algunos ejemplos de representación conceptual

Objeto	Esquema	Esbozo	Modelo teórico	Teoría genérica
Lanzamiento de una moneda	Moneda ideal = ⟨Cara, Cruz⟩	Secuencia aleatoria de Caras y Cruces	Teoría de secuencias de Bernoulli	Teoría de probabilidades
Grupo organizado jerárquicamente	Conjunto parcialmente ordenado	Grafo de dominancia o matriz de dominancia	Teoría de la dominancia	———
Sistema predador-presa con 2 componentes, p. ej. zorros y conejos	Número instantáneo de zorros y conejos	Número de zorros y conejos en generaciones sucesivas	Teoría de la economía zorro-conejo	Teoría del sistema predador-presa de Volterra-Lotka
Corpúsculo	Masa, posición, velocidad, fuerza elástica	Hamiltoniano del sistema	Teoría del oscilador armónico	Mecánica de partículas
Deuterón	Protón y neutrón	Pozo de potencial	Mecánica cuántica del pozo de potencial	Mecánica cuántica

2 Dadas dos representaciones no equivalentes, averígüese si tratan *del mismo* sistema. Por ejemplo, sea Δ un diagrama de bloques de un organismo. Este esbozo se construye con objetos (por ejemplo, conjuntos) y aplicaciones (por ejemplo, funciones) tomadas de cierta categoría A (por ejemplo, la categoría de los conjuntos o la categoría de los espacios topológicos). Ahora considérese otra categoría B y un funtor F de la categoría A a la B. Llámese $F(\Delta)$ a la imagen del diagrama de bloques original respecto del funtor F. Esta imagen será un diagrama de bloques alternativo del mismo sistema, solo en caso de que F satisfaga condiciones bastante restrictivas: que sea fiel, regular y multiplicativo (Rosen, 1958).

3 Dado un sistema real, decídase cuáles de sus características recortar y cuáles –yendo más allá de los datos a mano– inventar. La decisión de-

penderá de la finalidad tanto o más que de la información disponible y de las herramientas conceptuales accesibles al teórico: no hay una solución única para este problema, porque no hay recetas para construir modelos teóricos.

4 Dado un sistema real, decidir qué clase de representación construir: (*a*) una caja negra (únicamente variables exógenas), (*b*) una caja gris (tanto variables exógenas como estados internos) o (*c*) una caja traslúcida (tanto variables exógenas como endógenas, estas últimas que representen el funcionamiento interno del sistema). En este caso, interviene un factor adicional, la filosofía del teórico. Así pues, el positivismo favorece la caja negra, el realismo alienta la caja traslúcida y el espiritualismo se desentiende de ambas.

Finalmente, listemos unos pocos problemas interesantes de la filosofía de la ciencia actual que involucran el concepto de representación.

1 Para que una representación concreta de un objeto, vale decir una simulación, tenga éxito, ¿es necesario que se asemeje al objeto modelado? Sin duda, puesto que de lo contrario la simulación no podría considerarse como tal: no podría ocupar el lugar del original en ningún aspecto. Sin embargo, la semejanza solo se requiere en los aspectos que deseamos imitar. Por ejemplo, un plano de una casa tiene que respetar las posiciones relativas de los componentes de la casa y lo mismo debe hacer un modelo de esferas y varillas de una molécula. Otros tipos de simulaciones de los mismos objetos prestarán atención a diferentes características, tales como el comportamiento o la producción bruta. Por ejemplo, un ordenador digital binario no exhibe ninguna semejanza anatómica con un cerebro, pero su comportamiento neto presenta alguna forma de correspondencia con el funcionamiento de un cerebro que está realizando pensamiento algorítmico.

2 ¿Toda representación conceptual tiene que parecerse a sus referentes? No, no necesita compartir ninguna propiedad (analogía de la sustancia) ni necesita ser una imagen homomórfica de la cosa representada (analogía formal). Por ejemplo, la teoría de la evolución no se parece a la evolución.

3 ¿Puede un modelo teórico representar todas las características de sus referentes? Desde luego que no. A diferencia de lo que sucede con la descripción, un procedimiento básico de la construcción de teoría científica consiste en descartar los detalles e idiosincrasias; por ejemplo, tratar equivalentes como si fueran idénticos. En otras palabras, representar

a los equivalentes (o genidénticos) como idénticos es un principio metodológico fundamental de la ciencia teórica.

4 Las entidades teóricas, ¿son reales o ficticias? Se trata de una pregunta mal planteada. Primero, porque las «entidades» a las que se refiere no son en absoluto entidades, sino constructos que aparecen en las teorías científicas. Segundo, porque pueden no tratar acerca de entidades, sino de propiedades de entidades (hipotetizadas), tales como la energía de una estrella que colapsa. La pregunta correcta no es si las «entidades teóricas» son reales, sino si nuestros conceptos teóricos se refieren a entidades reales y, si es así, cuáles de ellos las representan correctamente y, si se da el caso, en qué medida. Y estas son preguntas que difícilmente puedan responderse con recursos exclusivamente filosóficos: son cuestiones para la ciencia experimental.

5 Se ha afirmado, sin aportar ningún argumento para ello, que «lo que hemos llamado leyes de la naturaleza son las leyes de nuestros métodos para representarla. Las leyes mismas nada muestran acerca del mundo» (Watson, 1950, p. 52). ¿Verdadero o falso? Ninguna de las dos: solo confundido. La finalidad de la ciencia natural es representar la naturaleza, un objetivo que consigue cuando encuentra sus leyes. La investigación de los patrones de representación, en cambio, pertenece a la psicología, la gnoseología y la metodología. Un análisis de los enunciados legales, así como del concepto de representación hubiera evitado esta confusión.

Para concluir: toda la ciencia tiene como finalidad producir representaciones conceptuales de sus referentes. [Véase, sin embargo, MacKay (1969) respecto de la afirmación de que elaborar representaciones es interés de la teoría de la información.] Durante el proceso de desarrollo de tales representaciones, los científicos enfrentan difíciles problemas metodológicos que no pueden ser evaluados si se considera que elaborar hipótesis, construir modelos y desarrollar teorías equivale a resumir datos. En tanto que algunos de esos problemas son característicos de un campo de investigación dado, otros son claramente problemas gnoseológicos. La filosofía puede ayudar a entenderlos o, al menos, a advertir que incluyen problemas filosóficos.

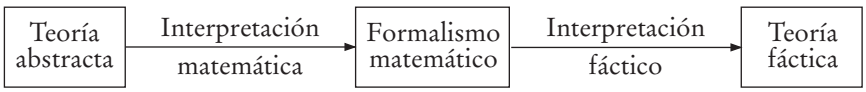
4. Componentes semánticos de una teoría científica

4.1. Reglas de denotación y supuestos semánticos

En la ciencia contemporánea, las teorías se expresan mediante sistemas de símbolos o simbolismos. Lo que estos símbolos simbolizan está más o menos claro a partir de (*a*) las fórmulas en las cuales aparecen y (*b*) las reglas de designación explícitas que asignan constructos a esos símbolos. Un ejemplo de *regla de designación* (o propuesta de designación) es: ⌈Sea '*S*' que designa (nombra, representa, significa, simboliza) un conjunto⌉. Estas reglas son convencionales en el sentido de que el símbolo preciso escogido para representar un constructo es irrelevante, a condición de que cada vez que aparezca el símbolo se le asigne el mismo constructo. El formalismo matemático resultante no es una teoría matemática abstracta (por ejemplo, la teoría general de grupos), sino una teoría interpretada (por ejemplo, una teoría que describe un grupo de transformaciones del plano euclídeo).

Tal *formalismo* matemático es, por sí mismo, neutral con respecto a cuestiones de hecho. Por lo tanto, a menos que el formalismo se «lea» en términos fácticos, no «dirá» nada acerca de la realidad. Tómese, por ejemplo, la teoría matemática de la selección natural, el núcleo de la teoría evolutiva contemporánea. Tal como afirma Waddington (1967, p. 14) con pintorescas palabras «las verdaderas tripas de la evolución –que consisten en cómo llegamos a tener caballos y tigres y otras cosas– está fuera de la teoría matemática (…) El enunciado matemático puro es en gran medida vacuo. La manera real en que es aplicado, no por el teórico matemático, sino por el biólogo que trabaja con sujetos, no es vacua en absoluto». Esto no quiere decir que «las verdaderas tripas» de una teoría científica tengan que mantenerse separadas de su formalismo: pueden y deben combinarse con él. O sea, el formalismo matemático se transforma en una teoría fáctica o, mejor dicho, en un sinnúmero de teorías fácticas posibles con el mismo formalismo subyacente, si se provee la interpretación fáctica adecuada.

La situación típica se exhibe en el siguiente diagrama de bloques. (Para un análisis detallado, véase el Capítulo 6.)



La interpretación fáctica de una teoría está superpuesta al marco matemático con un significado matemático definido y está determinada por dos conjuntos disjuntos de reglas semánticas. Uno está formado por las *reglas de denotación* o correspondencias símbolo-cosa que identifican a los referentes de la teoría. Este conjunto constituye lo que Campbell (1920, pp. 122-128) ha llamado «el diccionario» de la teoría. El otro es el conjunto de *supuestos semánticos* o correspondencias función-propiedad. En tanto que el primero señala y bautiza los referentes de la teoría, los supuestos semánticos vinculan los constructos con los elementos fácticos e indican las características de las cosas que los constructos presuntamente representan, ya sea acertada o equivocadamente. Unos pocos ejemplos contribuirán a aclarar estas ideas.

Ejemplo 1 En la mecánica, encontramos, entre otras, las siguientes fórmulas semánticas:

*RD*1 π denota (nombra, simboliza) una partícula

*SS*1 X (π, m, t) *representa* (o mide) la posición de la partícula π relativa al marco de referencia m en el instante de tiempo t.

Ejemplo 2 En la genética de poblaciones, encontramos

*RD*2 Sea a (que denota, representa, nombra, simboliza) un alelo.

*SS*2 Wdt *representa* el aumento total de aptitud biológica [*fitness*] de la población de interés en el intervalo de tiempo dt.

Ejemplo 3 En la sociología matemática, hallamos

*RD*3 Sea k que *denota* un peldaño de una jerarquía.

*SS*3 $\Sigma_k\, k \cdot n_k$ *representa* el estatus de un individuo con n_k subordinados del k-ésimo peldaño de la jerarquía.

Debido a que estos nombres son convencionales, las reglas de denotación son en parte convencionales. Vale decir, los mismos elementos fácticos podrían ser rebautizados sin reparos, ya que esto tendría como consecuencia un simbolismo diferente y no un nuevo cuerpo teórico. Sin embargo, considerando que las reglas de denotación indican los referentes hipotéticos de la teoría, aquellas no son convencionales: la teoría podría llegar a referirse a entidades diferentes o no referirse a ninguna enti-

dad en absoluto. Y está aun más claro que los supuestos semánticos son hipótesis con todas las letras, no solo una cuestión de notación. No se trata de hipótesis sobre la realidad, sino de hipótesis acerca de la correspondencia teoría-realidad. Por consiguiente, un cambio en los supuestos semánticos de una teoría tendría como consecuencia una teoría diferente con el mismo formalismo matemático. Por ejemplo, *SS*1, mencionado anteriormente, resulta inaceptable para un operacionista, quien lo reformularía en términos de los valores de posición mensurables obtenidos por un observador adjunto al (o que constituye el) marco *m*. En cuanto a *SS*2, podría no ser válido en una teoría distinta de la teoría matemática de selección natural de Fisher. Finalmente, *SS*3 podría interpretarse de manera diferente en una teoría de la organización que se centrara en el poder real, en lugar del estatus.

En la literatura científica, rara vez se hace explícitamente la distinción que hemos hecho antes. En ese ámbito, uno se encuentra con enunciados descuidados tales como ⌈*T* es la temperatura absoluta⌉, el cual puede interpretarse o bien como una regla de designación o bien como un supuesto semántico. Les corresponde al semantista y a quien se ocupe de los fundamentos de la ciencia el averiguar en cada caso si la palabra 'es' significa "designa", "denota" o "representa". Estas distinciones no son pedantes: marcan la diferencia entre la convención y la conjetura. Y esta diferencia es, desde luego, la diferencia metodológica suprema. Con todo, esta distinción no se hace en la filosofía de la ciencia contemporánea, en la cual se llama a las reglas semánticas y a las hipótesis semánticas por el nombre común de *reglas de correspondencia*.

Puesto que las reglas de denotación son solo parcialmente convencionales y los supuestos semánticos son totalmente hipotéticos, no se los debe aceptar sobre la base de la autoridad, tal como se hace a veces. Debería ser posible argumentar acerca de ellos y hasta ponerlos a prueba, si bien no de manera independiente del formalismo matemático al que sirven. Permítasenos explicarlo. Una teoría constituye una teoría no fáctica a menos que incluya un conjunto de fórmulas semánticas que interpreten sus conceptos fundamentales en términos fácticos. (Sea que estos ingredientes semánticos se encuentren expuestos dentro del cuerpo de la teoría, sea que se los indique por medio de comentarios informales, están adjuntos al formalismo matemático.) En consecuencia, es la teoría como totalidad, vale decir el formalismo matemático junto con el conjunto de fórmulas semánticas, la que se somete a la comprobación empí-

rica. Imagínese enviar un formalismo sin carne o una semántica sin esqueleto al laboratorio.

Si las comprobaciones empíricas se muestran favorables y son –ellas mismas– confiables, el compuesto formalismo-semántica se declara confirmado hasta nuevo aviso. De lo contrario, hay tres posibilidades: culpar al formalismo, culpar a las fórmulas semánticas o desecharlos a ambos. La primera alternativa invita a corregir las fórmulas y dejar la interpretación intacta: se trata de un procedimiento bastante común, que a menudo resulta exitoso. La tercera alternativa exige un nuevo comienzo y puede acabar en una revolución científica, tal como el establecimiento de la mecánica cuántica. La alternativa del medio, o sea arreglar las fórmulas semánticas, parece ser la menos conocida para los filósofos, pero se intenta con mayor frecuencia que las conmociones radicales. Los siguientes ejemplos son bien conocidos para los físicos y muestran cuán significativo puede ser un cambio en la semántica de una teoría.

Ejemplo 1 El principal impacto de la relatividad especial sobre la electrodinámica clásica fue forzarla a abandonar toda referencia al éter mecánico. A partir de entonces, se consideró que la teoría se refería a –y representaba– campos electromagnéticos. En consecuencia, todas las preguntas acerca de las propiedades del éter y los movimientos relativos al mismo desaparecieron de un día para otro. *Ejemplo 2* En los comienzos de la mecánica ondulatoria, se consideraba que la función ψ era o bien una onda real o bien un mero auxiliar matemático (una variable interviniente). Más tarde, se supuso que su cuadrado representaba la densidad de masa del sistema asociado a ψ. Con el tiempo y sobre la base de fundamentos razonables, se adoptó la llamada interpretación estadística: todas las interpretaciones rivales mostraron ser responsables de consecuencias incompatibles con las pruebas empíricas. *Ejemplo 3* La teoría de las fuerzas nucleares de Yukawa suponía que trataba acerca de mesones μ. Pero estos se negaron a comportarse según la teoría. Con el tiempo, se descubrió que los mesones π sí satisfacían la teoría de manera razonable. Consecuentemente, el supuesto semántico original fue modificado.

El semantista no puede decidir si modificar el formalismo o la semántica de una teoría científica ante las pruebas empíricas adversas. Lo único que puede hacer es insistir en que las fórmulas semánticas se formulen de manera explícita y clara a fin de tenerlas bajo un control mayor. El semantista también puede alertar acerca de los correlatos filosóficos de un supuesto semántico dado, pero este punto merece otra sección.

4.2. Compromiso filosófico de los supuestos semánticos

Los anteriores ejemplos de fórmulas semánticas (reglas de denotación y supuestos semánticos) sugieren el establecimiento de la siguiente regla metodológica:

REGLA En una teoría científica bien formulada

(i) los referentes deben estar indicados por medio de *reglas de denotación* explícitas pertinentes respecto de los símbolos de clase de la teoría;

(ii) una regla de denotación tiene la forma: 'σ denota un (miembro de la clase o especie) Σ';

(iii) unos *supuestos semánticos* explícitos deben establecer cuál propiedad del (de los) referente(s) representa un predicado fundamental de una teoría;

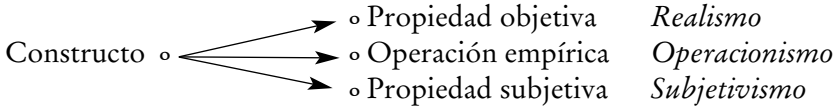
(iv) un supuesto semántico tiene la forma: 'P representa la… de un σ de Σ', donde el espacio simboliza la propiedad o relación representada por el predicado P;

(v) la denotación de todo símbolo definido, así como la función representativa de todo concepto definido, debe ser consistente con las fórmulas semánticas en las que aparecen los elementos definitorios.

De más está decir que las atribuciones de referencia y propiedades tienen que ser consistentes con la estructura del símbolo o constructo de interés. Así pues, si en una teoría aparece un único símbolo de clase, este puede denotar una única clase de entidades en lugar de, por ejemplo, el conjunto de pares ordenados cosa-equipo o cosa-observador. (Esta condición se ignora en las interpretaciones operacionistas.) Y si cierta función no depende del tiempo, entonces no puede representar un cambio en el curso del tiempo. En segundo lugar, no es obligatorio que todos los predicados de una teoría representen alguna propiedad. Muchos predicados, especialmente en las teorías sofisticadas, no representan ninguna propiedad determinada, aun cuando (*a*) posean referentes determinados y (*b*) contribuyan a definir constructos que sí representan. Este es el caso de los lagrangianos, las funciones de partición y las autofunciones de los operadores cuánticos diferentes del operador de energía. En tercer lugar, las reglas de denotación y los supuestos semánticos *esbozan* significados fácticos, pero no los agotan. Ninguna pieza de teoría fáctica por sí sola, ni siquiera sus supuestos semánticos, provee una caracterización completa del contenido fáctico de la teoría: solo la teoría como

totalidad es completamente significativa. Más sobre esto en el Capítulo 5, Sección 6.

La regla anterior puede ponerse en práctica de maneras alternativas para una teoría dada. En otras palabras, dado un formalismo matemático y la mencionada regla, hay todavía suficiente juego como para obtener un sinnúmero de teorías fácticas alternativas, tantas como conjuntos de fórmulas semánticas se superpongan al formalismo. Lo cual está muy bien, ya que deseamos intentar diferentes teorías antes de escoger una de ellas.



En el primer caso, aun cuando la teoría se refiriese a los cerebros, se le asignaría un significado rigurosamente objetivo, es decir un significado independiente del sujeto cognoscitivo u observador. En el segundo, aunque la teoría se refiriese a galaxias ubicadas muy lejos de nuestro alcance, se le atribuiría un significado operacional, vale decir que todo predicado de ella estaría correlacionado con un compuesto sujeto-objeto. Y en el tercer caso, la teoría se referiría al propio teórico, es decir a su estado de conocimiento, la intensidad de sus creencias y la extensión de sus incertidumbres.

Estas tres bandas del espectro semántico resultan especialmente brillantes en relación con las teorías estocásticas. Así pues, una probabilidad de transición $P(a \to b)$ de un estado a a otro b de un sistema, se interpreta habitualmente de una de las siguientes maneras.

Supuestos semánticos realistas $P(a \to b) \triangleq$ La *tendencia* del sistema a evolucionar del estado a al estado b.

Supuestos semánticos operacionistas $P(a \to b) \triangleq$ La *frecuencia* con la cual *se observa* que el sistema evoluciona del estado a al estado b, cuando se encuentra en determinadas condiciones experimentales.

Supuestos semánticos subjetivistas $P(a \to b) \triangleq$ Mi grado de *creencia* racional en la transición del sistema del estado a al estado b.

A menudo, cada uno de estos supuestos semánticos se adopta sobre la base de la fe o de la fortaleza (o debilidad) de alguna tradición filosófica y, en todo caso, prestando poca atención a la estructura del concepto de interés o al papel que este tiene en los enunciados legales de la teoría. Si se analiza la función de probabilidad P descrita anteriormen-

te, se encuentra que *a* y *b* denotan estados de un sistema independientemente de todo factor experimental: si hay involucrada solamente una variable objeto, no hay sitio para una segunda variable objeto, como un equipo, y mucho menos para una tercera variable objeto que represente a un observador. Luego, la variable objeto tiene que representar o bien un objeto externo o bien al teórico (o a su mente). Si el caso es el primero, entonces los enunciados legales en que aparece *P* tienen que referirse a un objeto externo, por lo que tienen que ser comprobables por medio de la manipulación y la observación de tales objetos. Pero si el referente de *P* es el propio teórico, entonces todos los enunciados en los que aparece *P* también deben referirse al teórico (como mínimo) y, por lo tanto, las puestas a prueba empíricas de esas fórmulas deben incluir la introspección.

Deberíamos advertir, pues, que nuestros supuestos semánticos nos comprometen con sus particulares fundamentos filosóficos. Y tenemos que exigir que todo supuesto semántico, en lugar de ser aceptado sobre la base de la autoridad, sea comprobable tanto conceptual como empíricamente, a saber así:

(i) Un supuesto semántico debe *adecuarse a la estructura* del concepto involucrado y no debe violar ninguna de las fórmulas fundamentales en las que aparece el constructo. Controlar esta condición es, desde luego, un asunto de lápiz y papel: se trata de una comprobación conceptual.

(ii) A decir verdad, el constructo involucrado en un supuesto semántico debe describir lo que se supone que representa. El control de esta condición requiere la *puesta a prueba empírica* de algunas de las fórmulas interpretadas por los supuestos semánticos.

Así pues, si la teoría contiene supuestos semánticos de tipo operacionista debemos controlar (*a*) si el formalismo matemático deja lugar a tales supuestos (por ejemplo, si hay suficientes variables para representar no solamente el sistema, sino también el dispositivo experimental y al observador), (*b*) si la teoría permite calcular cantidades que representen propiedades de algo que no se encuentre en condiciones experimentales y (*c*) si los resultados experimentales son, en realidad, dependientes del observador y su equipo. Y si la teoría contiene supuestos semánticos del tipo subjetivista, hemos de controlar (*a*) si la teoría ofrece predicciones acerca de los estados mentales o el comportamiento del teórico (o del observador) y (*b*) si los datos empíricos disponibles tienen relación con

el propio sujeto cognoscitivo en lugar de con objetos externos con respecto a él, por ejemplo, con otras personas. En conclusión, los supuestos semánticos de una teoría científica no son convenciones y tampoco son sentencias más allá de toda controversia: son hipótesis comprobables. (Solo que no pueden ponerse a prueba de manera independiente de las fórmulas a las que proveen de contenido fáctico.) Que se trata de hipótesis –a menudo controvertidas– puede verse en los debates sobre la interpretación de los formalismos matemáticos de las teorías cuánticas, de los cuales nos ocuparemos a continuación.

4.3. Aplicación a la mecánica cuántica

La mecánica cuántica es, probablemente, el campo científico con mayor número y variedad de supuestos semánticos. [Véase Bunge (1956) y 'Quantum-mechanics debate', *Physics Today* **24** (1971), nº 4, pp. 36-44.] Bastante a menudo, en un mismo artículo se adjuntan, de forma despreocupada, pares de supuestos semánticos mutuamente incompatibles. La Tabla 3.5 exhibe una modesta muestra de tales supuestos semánticos alternativos en relación con solo dos fórmulas de uso diario. Estas fórmulas son

la ecuación de autovalor = $A_{op}\, u_k = a_k\, u_k$, donde $A_{op} \triangleq$ Propiedad A

y

el desarrollo de autofunciones $\psi = \Sigma_k\, c_k\, u_k$.

Únicamente un análisis detallado de toda la teoría nos permite tomar partido por uno u otro conjunto alternativo de supuestos semánticos. Un análisis realizado en otro sitio (Bunge, 1967b, 1967e, 1969) muestra que el formalismo matemático de la teoría cuántica solo permite la interpretación realista. Aquí no podemos detenernos en los detalles, pero ofreceremos un par de razones para rechazar la versión estándar u operacionista (o de Copenhague) de la semántica de la mecánica cuántica.

TABLA 5
Dos conjuntos de supuestos semánticos rivales (operacionista y realista) para la ecuación del autovalor y el desarrollo de autofunciones. A_{op}: operador diferente del hamiltoniano

Símbolo	Estatus matemático	Supuesto semántico operacionista	Supuesto semántico realista
A_{op}	Operador en un espacio de Hilbert	Se refiere a un bloque objeto-equipo-observador. Representa una variable dinámica de esa totalidad.	Se refiere a un sistema físico independientemente del entorno. Representa una propiedad intrínseca del sistema.
u_k	Función en un espacio de Hilbert	El mismo referente que A_{op}. Representa el estado del bloque cuando la medición produce el valor a_k.	Se refiere al sistema (no al entorno). No representa nada. (Los desarrollos de autofunciones son auxiliares matemáticos).
a_k	Número real	Posible valor que se halla tras medir la variable dinámica representada por A_{op}.	Posible valor de la variable dinámica A_{op}.
ψ	Función en un espacio de Hilbert	Estado de conocimiento del observador tras realizar una medición cualquiera.	Estado de un sistema físico en un entorno (finalmente nulo o inexistente).
$\|c_k\|^2$	Número real positivo	Probabilidad de obtener el valor a_k tras medir la variable dinámica representada por A_{op} o intensidad de la creencia del sujeto de que se obtendrá a_k como resultado de la medición.	Propensión o tendencia del valor a_k de A.

La primera razón por la cual un supuesto semántico no puede correlacionar constructos teóricos con elementos empíricos es que los primeros sencillamente no tienen suficiente espacio para hacer lugar a los instrumentos y a los observadores. En otras palabras, las fórmulas no contienen suficientes variables que puedan referirse a situaciones experimentales: este es un argumento semántico. Una razón metodológica de por qué un supuesto semántico no puede asignar un elemento empírico a un constructo teórico, es que las teorías no pueden tratar acerca de sus propias puestas a prueba. Toda comprobación empírica conlleva objetos diferentes de los representados por la teoría, a saber piezas de equipo. Y estos objetos adicionales deben ser representados por teorías adicionales. Estas, las teorías auxiliares que representan el complejo objeto-dispositivo experimental, diferirán según la naturaleza del dispositivo experimental, el cual rara vez es único. Por ejemplo, la termodinámica contiene el concepto de presión, pero ninguna cláusula para diseñar medidores de presión. Y estos se utilizan a menudo para poner a prueba la mecánica cuántica, pero la noción misma de presión no aparece en la teoría. Otro ejemplo: los campos electromagnéticos afectan el crecimiento y la forma de las plantas. Por consiguiente, podría pensarse en utilizar las plantas como instrumentos de baja sensibilidad para medir algunas características del campo electromagnético. Pero sería absurdo afirmar que la teoría electromagnética, por no mencionar la electrodinámica cuántica, representa las plantas. En general, todo enunciado acerca de la naturaleza o la fuerza de las pruebas empíricas pertinentes respecto de una teoría científica se construye con la ayuda de por lo menos otra teoría (Bunge, 1967a, 1973b). Sin embargo, esta es otra cuestión, un asunto propio de la metodología, no de la semántica.

5. Conclusión

En este capítulo hemos iniciado una investigación sobre la noción de representación, que será completada en el Capítulo 6, Sección 3. Esta noción se halla notoriamente ausente de las semánticas de la ciencia convencionalista, formalista y empirista. En particular, esta última, que es la mejor conocida, encuentra inútil el concepto de representación, porque rechaza la tesis realista y sostiene que los conceptos no lógicos son, en última instancia, perceptos o construcciones lógicas a partir de ellos. De

acuerdo con el empirismo, las teorías científicas tienen un contenido observacional o empírico que les es otorgado por las «reglas de correspondencia» de la teoría, reglas que vinculan los términos teóricos con los términos observacionales, los cuales son, a su vez, independientes de la teoría. En el empirismo, la noción de cosa real o autónoma, que para el realista es el objeto tanto de la teoría como de la experiencia científica, no aparece en absoluto.

Un análisis de especímenes reales de teoría científica hubiera revelado que la única justificación de que dispone la semántica empirista es la tradición; una tradición de análisis exactos y cuidadosas reconstrucciones de una ciencia que no existe. Un estudio de casos como los patrocinados por el Instituto de Filosofía de la Ciencia [*Institutionen för Vetenskapteori*] de Törnebohm,† en Gotemburgo, hubiera mostrado que (*a*) la finalidad y el resultado de la construcción de teorías no es enlatar sensaciones ni siquiera datos, sino representar aspectos seleccionados de cosas presuntamente reales, (*b*) los conceptos teóricos son sofisticadas construcciones matemáticas que no pueden ser definidas en términos de operaciones empíricas ni interpretadas como funciones lógicas de conceptos observacionales y (*c*) las comprobaciones empíricas, que se llevan a cabo con el fin de estimar el valor de verdad de las hipótesis y las teorías, consisten en operaciones planificadas a la luz de otras teorías, un proceso que Agassi ha llamado acertadamente una operación *autosuficiente* [*bootstrap*].

La experiencia –controlable, no subjetiva; refinada, no tosca– constituye el vínculo metodológico entre la teoría y la realidad. Este vínculo no pertenece a la teoría: si así fuese, uno de ellos sería redundante. Y no es el único puente que cruza el abismo entre la teoría y la realidad: también está el puente semántico constituido por los supuestos semánticos de la teoría. (No incluimos entre ellos a las convenciones semánticas o reglas de designación, las cuales son vínculos convencionales símbolo-constructo.) Estas hipótesis son de dos clases:

(*a*) *reglas de denotación* de la forma "El símbolo *s* denota la cosa θ";

(*b*) *supuestos de representación* de la forma "La función *F* representa una propiedad *P* de la cosa θ".

Los supuestos semánticos de una teoría científica acoplan símbolos y sus designata con cosas supuestamente reales y sus propiedades. Puesto

† Se refiere al filósofo sueco Håkan Törnebohm. [*N. del T.*]

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 153

que nuestros supuestos semánticos poseen referentes presuntamente reales y no son tautológicos –por lo dicho en el Capítulo 2, Sección 4– se trata de enunciados fácticos. En consecuencia, tienen contenido fáctico. Más aún, dado que son los únicos indicios sistemáticos acerca de lo que sea que la teoría supuestamente representa, los supuestos semánticos determinan, al menos a modo de boceto, el significado fáctico de los constructos extralógicos involucrados en ellos. En otras palabras, los supuestos corregibles acerca de qué conceptos de una teoría representan qué características del mundo, contribuyen a proveer de contenido fáctico a la teoría científica. Lo cual nos lleva al tema del siguiente capítulo.

Capítulo 4

Intensión

⌈Las personas cometen errores⌉ y ⌈Las personas aprenden a corregir algunos errores⌉ tienen los mismos referentes, pero diferentes sentidos. Representan diferentes rasgos de la humanidad y lo hacen independientemente de sus valores de verdad. Con todo, los sentidos de estos dos enunciados, cualquiera sea el significado que atribuyamos a 'sentido', no pueden ser disjuntos, puesto que la segunda proposición supone la primera. La pregunta es: ¿Cuáles son exactamente sus sentidos y cómo están relacionados? Este es el problema que abordaremos en este capítulo. Sin embargo, una solución completa al mismo emergerá solamente de una combinación de este capítulo con el siguiente: en este capítulo solo investigaremos un sentido de "sentido".

1. La forma no lo es todo

1.1. Conceptos de sentido

Mientras que, supuestamente, el concepto de forma está claro, el de contenido es, según se cree, oscuro. Sin embargo, no se puede negar que manejamos contenidos todo el tiempo. De tal modo, probablemente ensalcemos (o despreciemos) la lógica por carecer de contenido y, en consecuencia, por tratar ⌈Los delfines son mamíferos⌉ del mismo modo que ⌈Las fracciones son números reales⌉. Pero está igualmente claro que

a fin de averiguar la forma de un constructo, necesitamos saber algo acerca de su contenido o falta de él. Si se cambia el contenido, la forma puede cambiar. Por ejemplo, a primera vista, "más largo que" es una relación diádica, pero cuando la analizamos en la física relativista, se reconoce que es triádica: aquí tenemos que escribir ⌈*x* es más largo que *y* relativamente a *z*⌉.

Los constructos científicos tienen tanto forma como contenido. Estos dos aspectos pueden distinguirse, pero no separarse: únicamente la lógica puede darse el lujo de tratar con formas puras. Pero hemos de distinguir esos constructos si deseamos entender qué hace que la lógica sea diferente de las demás disciplinas y si hemos de explicar la repetida aparición de las mismas estructuras matemáticas en campos diferentes. Tómense, por ejemplo, "más apto que" y "más inteligente que". Estos dos predicados son isomórficos, en el sentido de que son distintas interpretaciones de la relación > y, por lo tanto, tienen contenidos diferentes. Aun los conceptos coextensivos, es decir conceptos que incluyen los mismos casos, pueden tener contenidos diferentes. Por ejemplo, "mamífero" y "velludo" son isomórficos y coextensivos, pero tienen contenidos claramente diferentes. Lo mismo ocurre con "ave" y "plumoso", "el sucesor de 1" y "el menor número primo", etcétera, etcétera. En resumen, un constructo científico no está caracterizado únicamente por su forma y su extensión.

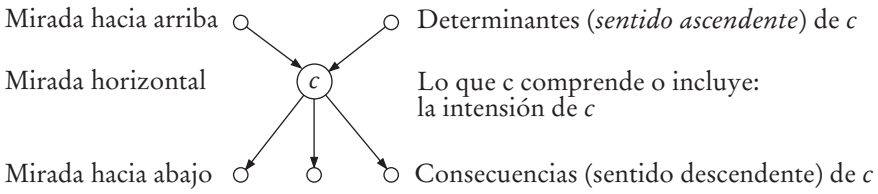
Admitido, entonces, que fuera de la lógica hay algo llamado de diversas maneras, 'contenido', 'sentido', 'intensión' o 'significado', que no debe ser pasado por alto. También queda claro que la referencia y la extensión resultan de escasa (o nula) ayuda para determinar los contenidos, dado que los correferenciales y hasta los coextensivos, tales como "humano" y "cruel" pueden poseer distintos sentidos. Admitido, en resumidas cuentas, que los contenidos o sentidos son objetos sui géneris, distintos de las formas, las clases de referencia y las extensiones y, por ende, más difíciles de identificar con exactitud que cualquiera de las anteriores. La pregunta es: ¿qué hacemos con esos elusivos objetos? Hay dos actitudes posibles: retroceder o atacar. Se ha argumentado de la siguiente manera a favor de la primera: «Los sentidos siempre han sido oscuros. Han desafiado a las mejores mentes filosóficas. En consecuencia, son oscuros más allá de toda esperanza, por lo que es mejor abandonar todo intento de clarificarlos». El resultado de esta práctica es permitir que la bestia continúe merodeando por el yermo de la filosofía oscurantista:

después de todo, «el hombre es un animal que atribuye sentidos» (Quine, 1966, p. 175) y, supuestamente, nada humano es ajeno a los filósofos. Rehusamos adoptar la posición derrotista. Proponemos lanzar un ataque con la perspectiva de domesticar a la bestia salvaje. Nuestro lema será «Divide y conquistarás».

De hecho, nuestro punto de partida será reconocer que no hay un único concepto de sentido, sino tres distintos. Después mostraremos que están relacionados, pero comenzaremos por distinguirlos como tres dimensiones del sentido. En efecto, propondremos y explicaremos la tesis de que un constructo puede poseer las siguientes clases de sentidos:

(i) la totalidad de sus determinantes conceptuales o *sentido ascendente*;
(ii) el conjunto de constructos que incluye o comprende, su *intensión*;
(iii) la totalidad de sus *consecuentes* o *sentido descendente*.

En cada caso, el sentido de un constructo es un conjunto de constructos. (Adviértase la diferencia tanto con respecto a la referencia como a la extensión: un constructo científico se referirá a y se extenderá sobre conjuntos de elementos fácticos.) En cada caso, el contenido de un constructo está lógicamente relacionado con el propio constructo. (Adviértase, nuevamente, la diferencia respecto de la referencia así como de la extensión.) Pero en el caso del sentido ascendente, miramos hacia arriba, hacia los antecedentes: en el caso de la intensión miramos horizontalmente, hacia el constructo, y en el caso del sentido descendente miramos hacia abajo, hacia las consecuencias:



Ejemplo El concepto Δ de triángulo euclídeo.

Sentido ascendente (Δ) = El conjunto (finito) T de los enunciados de la geometría euclídea suficientes para caracterizar todas las propiedades de Δ.

Intensión (Δ) = {Δ es una figura plana cerrada con 3 lados finitos rectilíneos}.

Sentido descendente (Δ) = {Δ es un polígono. Los ángulos interiores de Δ suman π, etc., etc.}.
Referentes (Δ) = El conjunto (infinito) de las figuras planas.
Extensión (Δ) = El subconjunto (infinito) de las figuras planas que satisfacen las condiciones *T* de triangularidad.

De estos tres conceptos de sentido, el de sentido ascendente parece ser nuevo, aunque suene bastante natural. Se mostrará que este abarca el concepto de quid, o sentido ascendente esencial, de uso cotidiano. El segundo concepto de sentido, vale decir el de intensión, parece dilucidar la *significatio* de los lógicos medievales, así como la *compréhension* de la *Logique* de Port Royal (Arnauld y Nicole, 1662). Esta última fue traducida por Sir William Hamilton como *intensión* [*intension*], un término que ha estado entre nosotros –y a menudo contra nosotros– desde entonces (véase Kneale y Kneale, 1962).† Un concepto similar aparece en Bolzano (1837), Meinong y muchos otros, con el nombre de *Inhalt* [contenido]. Frege lo utilizó bajo la etiqueta de *Sinn* (sentido), aunque sin hacerlo objeto de una teoría exacta. Y, al menos en su aspecto formal, nuestro concepto de intensión es cercano al *contenido L* de Carnap (1942). Finalmente, la tercera dimensión del sentido, a saber el sentido descendente, se encuentra cercana al *contenido C* de Carnap (1942), la *intension* de Lewis (1944, 1951) y de Castonguay (1971) y el *contenido de verdad* de Popper (1963b, 1966).

Nuestros tres conceptos de sentido tienen sus raíces en el sentido común o en la filosofía técnica. Sin embargo, nuestras teorías acerca de ellos muestran importantes diferencias con respecto a las teorías previas. Por ejemplo, nuestra teoría del sentido descendente no involucra ninguna noción de verdad: se trata de una teoría puramente sintáctica que utiliza la teoría algebraica de los filtros. Además, nuestro cálculo del sentido descendente se une a nuestras concepciones acerca de la naturaleza de las teorías fácticas, para dar como resultado nuevas ideas acerca del contenido fáctico, así como de los cambios de significado. Más aún, mostraremos que los tres conceptos –los de sentido ascendente, intensión y sentido descendente– se encuentran interrelacionados. (Por ejemplo, el

† Algo semejante ha ocurrido en los países de habla castellana, en los que también se ha difundido el uso del término 'intensión' y sus derivados (por ejemplo, 'intensional'). [*N. del T.*]

sentido ascendente y el sentido descendente son mutuamente duales en el sentido algebraico del término y, en el caso de los sistemas axiomáticos, la intensión está incluida en la unión del sentido ascendente con el sentido descendente.) Finalmente, se verá que ninguno de nuestros conceptos de sentido puede equipararse con el de información semántica, así como que tienen que mantenerse separados de los conceptos de comprobabilidad.

Puesto que trataremos de manera sistemática con tres conceptos distintos, podemos esperar una teoría para cada uno. De hecho, desarrollaremos las tres teorías de modo independiente y exploraremos sus relaciones al final. Encontraremos conveniente comenzar por el medio, es decir por la intensión. El sentido ascendente y el sentido descendente se abordarán en el capítulo siguiente. Pero antes de proceder a construir una teoría de las intensiones, tenemos que mostrar por qué necesitamos una teoría sobre ellas y debemos advertir contra la confusión de 'intensional' con 'intencional', 'no extensional' y 'no verifuncional'.

1.2. La extensión es insuficiente

El tratamiento de los conceptos matemáticos desde las perspectivas de la teoría de conjuntos y la teoría de modelos ha resultado tan eficaz y ha tenido tal capacidad de clarificación y unificación que ha reforzado la creencia de que únicamente las extensiones (dominios de individuos) importan. Esta creencia se puede explicitar mediante los siguientes principios:

E1 Toda entidad matemática es o bien un individuo o bien un conjunto

E2 La referencia es lo mismo que la extensión.

E3 Los sentidos o intensiones son o bien fantasmales o bien reducibles a extensiones.

Crítica de E1 Esta tesis es especialmente notable en la teoría de las relaciones, tal como la trata la teoría de conjuntos. Aquí toma la siguiente forma: «Toda relación puede definirse como un conjunto ordenado de *n*-tuplas». Esta afirmación es exagerada: la relación de predicación en la lógica (vale decir, la relación entre un predicado y su sujeto o sus sujetos, como en ⌈*Pa*⌉), la relación "ser miembro de" en la teoría de conjuntos y la relación de satisfacción en la teoría de modelos no pueden definirse como

conjuntos de pares ordenados. Por consiguiente, si bien los conjuntos, especialmente las extensiones de las relaciones, son objetos extensionales, sus teorías no son puramente extensionales. Lo cierto es que, en la *mayoría* de los casos pertenecientes a la matemática pura (pero no a las ciencias fácticas), a los fines de la *demostración*, solamente es *necesario* tener en cuenta la extensión de una relación. En todo caso, es incorrecto identificar una relación con su grafo o extensión. Bourbaki es uno (o, mejor dicho, muchos) de los que distingue cuidadosamente entre una relación y su grafo (extensión), especialmente entre una correspondencia (por ejemplo, una función) y su grafo. Una correspondencia entre los conjuntos A y B se define como una terna $F = \langle G, A, B \rangle$, en la cual G es el grafo de F (Bourbaki, 1970, Sección 3). Finalmente, no es verdad que todas las teorías matemáticas puedan reducirse a la teoría de conjuntos y, con mayor razón, no es verdad que puedan prescindir de las intensiones. Los conceptos fundamentales de la teoría de las categorías, a saber los de objeto y morfismo, no son reducibles a la teoría de conjuntos. Antes bien, es al revés: los predicados conjuntistas pueden definirse en términos categoriales (Lawvere, 1966). En resumidas cuentas, el programa extensionalista de reducir todo objeto matemático a un individuo o bien a un agregado de ellos sometido a los postulados de (alguna) teoría de conjuntos, si bien ha tenido un éxito notable, no es completamente factible.

Crítica de E2 Para comenzar, mientras que puede atribuirse referentes tanto a los predicados como a las proposiciones, normalmente, solo de los predicados se dice que tienen extensión. Y aun en el caso de los predicados se necesita una distinción entre extensión y clase de referencia. Por ejemplo,

$\mathscr{R}$(Número primo) = Números naturales,
$\mathscr{E}$(Número primo) = Números primos.

La diferencia resulta aún más marcada fuera de la matemática. Así,

$\mathscr{R}$(Vuela en una escoba) = Brujas,
$\mathscr{E}$(Vuela en una escoba) = Ø.

Un ejemplo más respetable es el que sigue:

$\mathscr{R}$(Racional) = Humanidad, $\mathscr{E}$(Racional) $\subset$ Humanidad.

Finalmente, un ejemplo de la ciencia reciente: mientras que la referencia (hipotética) de un "partón" es el conjunto de los partones, nadie sabe cuál podría ser la verdadera extensión de ese predicado teórico, ni siquiera si se trata de una extensión no vacía. En conclusión, *Referencia* ≠ *Extensión*. Y, como veremos en el Capítulo 9, Sección 1.1, en general, las extensiones no son subconjuntos de las clases de referencia: únicamente lo son las extensiones de los predicados monádicos.

Crítica de E3 La tesis de que los sentidos pueden ser descartados completamente es falsa aun para la teoría de conjuntos, el paradigma de una «teoría puramente extensional». En efecto, la teoría de conjuntos distingue un predicado de su extensión. Tanto así que dedica todo un axioma (esquema axiomático) a la relación entre un predicado y su extensión, a saber el principio de abstracción o su versión mejorada, el principio de separación (*Aussonderung*). De acuerdo con este esquema axiomático, a toda fórmula bien formada *Px* de la lógica de primer orden y a todo conjunto *A* le corresponde otro conjunto *B,* cuyos elementos son exactamente aquellos miembros de *A* para los cuales *Px* es válido (cf. Suppes, 1960, p 21):

$$(\exists B)\,(x)\,(x \in B \Leftrightarrow x \in A \;\&\; Px).$$

En nuestra terminología, *A* está incluida en la *clase de referencia* de *P*, en tanto que $B = \mathscr{E}(P)$ es la *extensión* de *P*. En el caso de los predicados monádicos, como el incluido en la fórmula anterior, $\mathscr{E}(P) \subseteq \mathscr{R}(P)$. *Ejemplo* Sea $A = \mathbb{Z}$ = El conjunto de los números enteros y Px = ⌈x es primo⌉, con $x \in \mathbb{Z}$. Entonces, $\mathscr{R}(P) = \mathbb{Z}$ y $\mathscr{E}(P)$ = El conjunto de números primos $\subset \mathbb{Z}$. El axioma de separación no es un dispositivo para deshacerse del sentido que un predicado pudiera tener: solo clarifica la *relación* entre un predicado (cualquiera sea su sentido) y su extensión. Finalmente, el programa extensionalista fracasa completamente ante la ciencia fáctica. Por ejemplo, los predicados "metálico", "buen conductor térmico" y "buen conductor eléctrico" tienen la misma extensión, aunque sus sentidos sean obviamente diferentes. Aunque solo fuera por esta razón, los predicados propios de la ciencia teórica no pueden definirse *dentro* de la teoría de conjuntos, es decir, en última instancia, solamente en cuanto miembros de un conjunto, tal como Suppes (1967, 1969) ha venido defendiendo incansablemente. También necesitamos supuestos semánticos acerca de la referencia y la representación, como ya hemos visto en los Capítulos 2 y 3.

En suma, la tesis extensionalista es falsa aun dentro de la matemática: podemos resistirnos a mirar las intensiones por un tiempo, pero no podemos suprimirlas. Tampoco podemos confundirlas con otros personajes, tales como las intenciones psicológicas y las modalidades. Esta confusión merece una subsección aparte.

1.3. 'Intensional': ni pragmático ni modal

Los *Principia Mathematica* (Whitehead y Russell, 1927, pp. 72 ss y 659 ss) confundieron a varias generaciones de filósofos con su curiosa utilización de la palabra 'intensional'. Lo que los *PM* querían significar con este término no era uno de los conceptos *semánticos* de sentido, sino cierta clase de conceptos *pragmáticos* llamados a menudo 'actitudes proposicionales', «tales como lo que alguien afirma o cree, o las emociones suscitadas por un hecho». Algunos términos «intensionales» típicos serían 'duda', 'está perplejo por', 'cree', 'conoce' y 'afirma', los cuales designan relaciones entre una persona y una proposición. De manera similar, un enunciado de la forma ⌈*x* cree que *y*⌉, se llama con frecuencia *contexto intensional*. Y de toda tentativa de clarificar y sistematizar estos enunciados pragmáticos, se dice que pertenecen a la *lógica intensional*.

Para averiguar qué es lo que designan estos incorrectos nombres, examinemos un ejemplo típico de «contexto intensional». Considérense los enunciados

p = ⌈La leche es buena⌉ (1)

y

p = ⌈El bebé cree que p⌉. (2)

En tanto que p es, supuestamente, un constructo perfectamente «extensional», q sería uno «intensional», dado que su valor de verdad no es función, únicamente, del valor de verdad del enunciado subordinado p. Si lo fuera, el valor de verdad de q permanecería invariante al reemplazar p por cualquiera de sus equivalentes, algo que no ocurre. En efecto, p es equivalente a

$r = p \,\&\, (s \vee \neg s)$ (3)

con el cual, sustituyéndolo por p en (2), se obtiene

$t = \lceil$El bebé cree que la leche es buena y $(s \vee \neg s)\rceil$ (4)

el cual, a diferencia de q, es falso.

Todo esto nada tiene ver con las intensiones, si bien podría afirmarse que tiene que ver con las intenciones. De hecho, puesto que las tautologías carecen de contenido, p y r poseen la misma intensión. Pero no tienen el mismo efecto en todas las personas: en tanto que para un lógico, la expresión r lleva tanta información como p, para el lego r puede sonar más informativa que p y para un bebé r probablemente suene a jerigonza. (Más sobre la información en la Sección 3.2). Todo esto es pragmática, no semántica.

La situación real es sencillamente esta: el enunciado q en (2) no solo depende del enunciado p, sino también de la persona, o sea de Bebé y de la circunstancia o momento t. En forma abreviada, $q = B(Bebé, p, t)$, donde 'B' simboliza la función de creencia. En general, los enunciados pragmáticos que involucran proposiciones tienen la forma: $q = P$ (persona, p, t), donde 'P' simboliza una función pragmática, tal como la de conocer. No sorprende que la lógica no pueda tratar con estos híbridos. Es esperable que el valor de verdad de ese enunciado q dependa no solo de los valores de verdad de su enunciado subordinado p, sino también del trasfondo de conocimiento y el estado de la persona de que se trate. En otras palabras, P no es una función de valor; más precisamente, no es una aplicación conservadora de la verdad. P es una *función pragmática no conservadora de la verdad* o, si se lo prefiere, una función intencional. Llamarle 'intensional' es utilizar una expresión equívoca.

Las funciones pragmáticas constituyen una subclase de la clase de funciones que no conservan la verdad. Algunas de ellas pueden no incluir personas de manera manifiesta. Por ejemplo, $\lceil P$ es imaginable$\rceil$, $\lceil P$ es dudosa$\rceil$, $\lceil P$ es paradójica$\rceil$, $\lceil P$ es bella$\rceil$, $\lceil P$ es sugerente$\rceil$, $\lceil P$ es útil$\rceil$ y $\lceil P$ es demostrable$\rceil$ no son enunciados manifiestamente pragmáticos. Con todo, se los puede interpretar como enunciados pragmáticos encubiertos. Por ejemplo, $\lceil P$ es imaginable$\rceil$ se puede interpretar como una forma abreviada de $\lceil$Hay al menos una persona que puede imaginar

P]. Pero esto es impertinente respecto de la semántica. Lo que si es pertinente es lo que todos estos enunciados tienen en común: se resisten a la sustitución de equivalentes. De modo más explícito: en todos estos casos la proposición subordinada no puede ser reemplazada por ninguno de sus equivalentes lógicos *salva veritate*, es decir conservando el valor de verdad de la proposición íntegra. Parafraseando a los *PM*, se llamará *función conservadora de la verdad* a la función de un constructo, cuando su valor de verdad en un argumento cualquiera sea el mismo que en todo otro argumento formalmente equivalente. De lo contrario, se la llamará *función no conservadora de la verdad*, de ninguna manera «función intensional».

Los enunciados modales son, desde luego, los mejor estudiados de aquellos que violan el principio de sustituibilidad de los equivalentes. Puesto que estos enunciados también caen fuera de la lógica ordinaria («extensional»), Lewis y Carnap concluyeron (probablemente confundidos por la utilización no ortodoxa de 'intensional' en los PM) que debían obedecer algunos sistemas de «lógica intensional». De este modo, tenemos la primera confusión: «Todo lo modal es intensional». Permitámonos, ahora, la falacia más común y obtendremos «Todo lo intensional es modal». Estos dos errores engendran otro error bastante difundido en la actualidad: que la lógica modal es la llave que abre todas las cajas que la lógica ordinaria no puede abrir, no solamente la de la posibilidad, sino también las de las intensiones y las «actitudes proposicionales». Esta confusión de "modal" con "intensional" no puede hacer otra cosa que viciar la semántica.

Nos mantendremos lejos de estas confusiones y no utilizaremos esa herramienta multipropósito llamada lógica modal. La idea misma de "concepto intensional", en contraste con uno extensional, es inadecuada: si un concepto tiene intensión, también tiene extensión, aun cuando esta sea nula. (La recíproca es falsa: los conjuntos no poseen intensión.) Por consiguiente, las expresiones 'función intensional' y 'contexto intensional' constituyen nombres incorrectos. El nombre que Frege les daba, *ungerade* (oblicuo), y el '*referentially opaque*' de Quine son preferibles. Sin embargo, dado que la 'opacidad referencial' tiene por lo menos tres significados (Sharvy, 1972), preferiremos el nombre más largo, pero menos metafórico y más explícito de 'no conservadora de la verdad'. Y con gusto dejaremos el estudio de las funciones no conservadoras de la verdad (o conceptos intencionales) a la pragmática, la lógica

epistémica, la lógica modal y a toda otra disciplina que se suponga competente para tratar con ellas.

A continuación, estudiaremos las intensiones consideradas como objetos semánticos.

2. Un cálculo de intensiones

2.1. Desiderata

Nuestro objetivo es desarrollar un cálculo de intensiones que nos permita (*a*) exactificar la noción de intensión y (*b*) computar la intensión de un constructo complejo –de una conjunción, por ejemplo– a partir de las intensiones de sus componentes. También deseamos que nuestro cálculo formalice y articule los siguientes desiderata intuitivos:

D1 Todos los predicados y enunciados, y solo ellos, poseen intensión.

D2 La intensión de un constructo será un conjunto.

D3 La intensión de un constructo en un contexto $C = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$ estará comprendida entre $\emptyset$ y C, vale decir que si $P \in C$, entonces $\emptyset \subseteq \mathcal{I}(P) \subseteq C$.

D4 Si tanto P como Q son o bien predicados o bien enunciados, entonces

(*a*) $\mathcal{I}(P \,\&\, Q) \supseteq \mathcal{I}(P),\ \mathcal{I}(Q)$
(*b*) $\mathcal{I}(P \vee Q) \subseteq \mathcal{I}(P),\ \mathcal{I}(Q)$

D5 Si $\mathcal{I}(P) \subseteq \mathcal{I}(Q)$, entonces,

(*a*) $\mathcal{I}(P \,\&\, Q) = \mathcal{I}(Q)$
(*b*) $\mathcal{I}(P \vee Q) = \mathcal{I}(P)$

D6 Si dos constructos son idénticos, también lo serán sus intensiones.

D7 Las tautologías serán intensionalmente minimales y las contradicciones serán intensionalmente maximales.

D8 La intensión de $\lceil P \,\&\, P\,(P \Rightarrow Q)\rceil$ será la misma que la de $\lceil P \,\&\, Q\rceil$.

D9 Los cointensivos serán coextensivos, pero la recíproca no será válida.

D10 Cuanto menor sea la intensión de un constructo, mayor será su extensión.

Procederemos a exhibir un sistema axiomático que satisface todos estos desiderata. [Para interesantes alternativas, véase Leonard (1967), Suszko (1967), Castonguay (1972) y Weingartner (1973)].

2.2. Principios y definiciones

Interpretaremos la intensión como una función que asigna, a todo elemento de un universo conceptual de discurso, cierto subconjunto de este último. Más precisamente, establecemos la siguiente definición axiomática:

DEFINICIÓN 4.1 Sea C un conjunto de predicados o de enunciados. La función de *intensión* $\mathcal{I}$ es la función de C sobre la familia $\mathcal{P}(C)$ de subconjuntos de C, tal que, para todo P y Q de C,

(i) Si P & Q está definido, entonces $\mathcal{I}(P \,\&\, Q) = \mathcal{I}(P) \cup \mathcal{I}(Q)$;

(ii) $\mathcal{I}(\neg P) = \overline{\mathcal{I}(P)}$;

(iii) Si $P = Q$, entonces $\mathcal{I}(P) = \mathcal{I}(Q)$.

Ejemplo 1 $\mathcal{I}$ (Humano hembra) = $\mathcal{I}$ (Hembra) $\cup$ $\mathcal{I}$ (Humano). *Ejemplo 2* $\mathcal{I}$(Soltera) = $\overline{\mathcal{I}(\text{Casada})}$. *Ejemplo 3* Dado que ⌈1 + 2 = 3⌉ es la misma proposición (aunque no la misma oración) que ⌈3 = 1 + 2⌉, $\mathcal{I}$(1 + 2 = 3) = $\mathcal{I}$(3 = 1 + 2). Adviértase que, desde el punto de vista de la pragmática, estas dos oraciones son diferentes: mientras que la primera expresa el único resultado de una operación de adición correcta, la segunda resume uno de los posibles resultados de una descomposición correcta de 3.

Comentario 1 La generalización del primer axioma a múltiples conjunciones, ya sean finitas o infinitas, es directa:

Si $\bigwedge_i P_i$ está definida, entonces $I(\bigwedge_i P_i) = \cup_i I(P_i)$ para $P_i \in U$, $i \in N$.

Comentario 2 La Definición 1 nos dice, por decirlo así, cómo se comportan las intensiones, no lo que son. En efecto, no prescribe cómo encontrar las intensiones de los constituyentes de los constructos compuestos. (De manera semejante, la lógica verifuncional nos muestra cómo computar el valor de verdad de un enunciado compuesto, dados los valores de verdad de sus componentes.) El problema de determinar el sentido pleno se abordará en el próximo capítulo. *Comentario 3* La recí-

proca de la cláusula (iii) de la Definición 1 es falsa. Así pues, ⌜Temperatura (b) = t⌝ y ⌜Temperatura (b') = t'⌝, aunque cointensivas, no son idénticas (a menos, desde luego, que los referentes b y b' sean el mismo).

Ahora podemos dilucidar ciertos interesantes conceptos derivados.

DEFINICIÓN 4.2 Se dice que un constructo es *intensionalmente vacío* sii su intensión es igual al conjunto vacío.

DEFINICIÓN 4.3 Se dice que un constructo de U es *intencionalmente universal en* U sii su intensión es igual a U.

DEFINICIÓN 4.4 Si P y Q están contenidos en U, entonces se dice que P está *intensionalmente incluido* en Q (o es intensionalmente más pobre que Q) sii $\mathscr{I}(P) \subseteq \mathscr{I}(Q)$.

DEFINICIÓN 4.5 Se dice que dos constructos de U son *cointensivos* en U sii sus intensiones son la misma: $\mathscr{I}(P) = \mathscr{I}(Q)$.

DEFINICIÓN 4.6 Se dice que dos constructos de U son *intensionalmente independientes* («perpendiculares») sii sus intensiones son disjuntas.

$$P \perp Q =_{df} \mathscr{I}(P) \cap \mathscr{I}(Q) = \varnothing.$$

DEFINICIÓN 4.7 Se dice que dos constructos de U son *intensionalmente dependientes* sii no son independientes, es decir si sus intensiones se superponen.

Antes de prestar atención a las consecuencias de nuestros supuestos y definiciones, permítasenos advertir que un constructo intensionalmente vacío es un constructo con todas las de la ley. Por ejemplo, las tautologías se mostrarán intensionalmente vacías (Teorema 5). La función de intensión $\mathscr{I}$ está definida para predicados y enunciados, y únicamente para ellos, por lo que los conjuntos y los no-constructos no poseen una intensión definida. Uno de esos no-constructos resulta de la conjunción de predicados definidos para dominios disjuntos, tales como "viento" y "estúpido". Nuestro axioma (i) no se aplica a "estúpido viento" (Yeats), porque no existe ningún dominio no vacío para el cual esté definido "estúpido viento" o cualquier otro extraño fenómeno semejante. En otras

palabras, como primera medida, para que un predicado tenga una intensión definida –aun una nula– tiene que estar bien construido: recuérdese la regla del Capítulo 1, Sección 1.3. Esto no implica que haya que arrojar toda la poesía por la borda, sino, sencillamente, que hemos de percatarnos de que algunas expresiones poéticas, si bien son significativas desde un punto de vista pragmático, no lo son desde el punto de vista semántico.

2.3. Teoremas principales

En primer lugar, una consecuencia inmediata de la Definición 1:

COROLARIO 4.1 Para todo constructo P, Q, R, tal que $P = Q \,\&\, R$ esté definido,

$$\mathscr{I}(P) \supseteq \mathscr{I}(Q),\ \mathscr{I}(R).$$

Ejemplo Por definición, $x < y = x \leq y \,\&\, x \neq y$. Puesto que "$\neq$" es igual a "no =", $\mathscr{I}(\neq) = \overline{\mathscr{I}(=)}$ es no vacía. Por consiguiente, $\mathscr{I}(<) = \mathscr{I}(\leqslant) \cup \mathscr{I}(\neq) \supseteq \overline{\mathscr{I}(\leqslant)}$. Más breve: "$\leqslant$" es intensionalmente más pobre que "$<$".

TEOREMA 4.1 *Si P y Q* son o bien predicados o bien enunciados y $P \vee Q$ está definido,

$$\mathscr{I}(P \vee Q) = \mathscr{I}(P) \cap \mathscr{I}(Q).$$

Demostración Por lógica, $P \vee Q = \neg(\neg P \,\&\, \neg Q)$. Por la Definición 1(iii), $(P \vee Q) = \mathscr{I}[\neg(\neg P \,\&\, \neg Q)]$. Por (ii), el miembro derecho de la ecuación es $\overline{\mathscr{I}(\neg P \,\&\, \neg Q)}$. Por (i), esta última fórmula es igual a $\overline{\mathscr{I}(\neg P) \cup \mathscr{I}(\neg Q)}$. Finalmente, por (ii) obtenemos $\overline{\overline{\mathscr{I}(P)} \cup \overline{\mathscr{I}(Q)}}$, la cual en virtud de uno de los teoremas de Morgan del álgebra de conjuntos, provee el resultado deseado.

Ejemplo Dilucídese la posibilidad de la clase conceptual como $\Diamond p =_{df} p \vee q$, con q indeterminada. Entonces, $\mathscr{I}(\Diamond p) = \mathscr{I}(p) \cap \mathscr{I}(q) \subseteq \mathscr{I}(p)$. O sea, los enunciados de posibilidad están intensionalmente incluidos en sus bases «extensionales», lo que constituye una razón para evitarlos (¡siempre que sea posible!).

COROLARIO 4.2 Si $\mathcal{I}(P) \subseteq \mathcal{I}(Q)$, entonces $\mathcal{I}(P) = \mathcal{I}(P \vee Q)$.

Demostración Por el álgebra de conjuntos $\mathcal{I}(P) \subseteq \mathcal{I}(Q)$ sii $\mathcal{I}(P) \cap \mathcal{I}(Q) = \mathcal{I}(P)$. Aplíquese el Teorema 1 al miembro izquierdo de la última ecuación.

Comentario Este resultado muestra que la inversa del axioma (iii) es falsa: la cointensividad no supone la identidad. Si lo hiciera, tendríamos $P = P \vee Q$. Esto sugiere que nuestro concepto de intensión no coincide con el de sentido. (Más en el Capítulo 5.)

TEOREMA 4.2 Si P *y* Q son o bien predicados o bien enunciados, entonces

$$\mathcal{I}(P \Rightarrow Q) = \overline{\mathcal{I}(P)} \cap \mathcal{I}(Q) = \mathcal{I}(Q) - \mathcal{I}(P) \subseteq \mathcal{I}(Q).$$

COROLARIO 4.3 Si P y Q son o bien predicados o bien enunciados, entonces

$$\mathcal{I}(P \Leftrightarrow Q) = \mathcal{I}(Q) - \mathcal{I}(P) \cup \mathcal{I}(P) - \mathcal{I}(Q) \equiv \mathcal{I}(P)\ \Delta\ \mathcal{I}(Q),$$

donde 'Δ' designa la diferencia simétrica o suma booleana.

Usaremos este resultado en la Sección 2.6, en relación con las diferencias de intensión. Veremos que "$\mathcal{I}(P)\ \Delta\ \mathcal{I}(Q)$" es una buena medida de la diferencia intensional entre P y Q. En consecuencia, mientras que la función de extensión E elimina las diferencias entre equivalentes, la función de intensión $\mathcal{I}$ hace visibles esas diferencias: véase la Figura 4.1

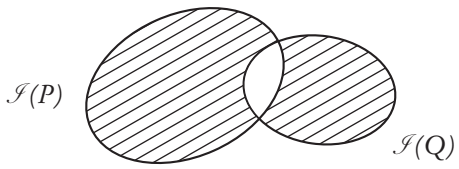


Figura 4.1. La intensión de una equivalencia es igual a la diferencia (simétrica) entre las intensiones de los miembros de la equivalencia (Corolario 3).

TEOREMA 4.3 Para dos predicados (o enunciados) cualesquiera P y Q, si $P \Rightarrow Q$ está definida, luego

$$\mathcal{I}[P\ \&\ (P \Rightarrow Q)] = \mathcal{I}(P\ \&\ Q).$$

Demostración Por la Definición 1(i) y el Teorema 2,

$$\mathcal{I}[P \,\&\, (P \Rightarrow Q)] = \mathcal{I}(P) \cup [\overline{\mathcal{I}(P)} \cap \mathcal{I}(Q)] =$$
$$= [\mathcal{I}(P) \cup \overline{\mathcal{I}(P)}] \cap [\mathcal{I}(P) \cup \mathcal{I}(Q)] \text{ por distributividad.}$$

El primer factor es igual a U y su intersección con el segundo factor es igual a este último, el cual por la Definición 1(i), a su vez, es igual a $\mathcal{I}(P \,\&\, Q)$.

TEOREMA 4.4 Para todo predicado (o enunciado) P de U

(i) $\mathcal{I}(\neg\neg P) = \mathcal{I}(P)$;
(ii) $\mathcal{I}(P \vee \neg P) = \emptyset$;
(iii) $\mathcal{I}(P \,\&\, \neg P) = U$.

Una generalización del Teorema 4(ii) es el

TEOREMA 4.5 Las tautologías son intensionalmente vacías.

Demostración Considérese un constructo arbitrario P y otro constructo tautológico T. Dado que la colección de intensiones es un álgebra de clases, las intersecciones determinan mayores cotas inferiores o ínfimos. Por consiguiente, especialmente $\inf\{\mathcal{I}(T), \mathcal{I}(P)\} = \mathcal{I}(T) \cap \mathcal{I}(P)$. Por el Teorema 1, el miembro derecho de la ecuación es igual a $\mathcal{I}(T \vee P)$. Dado que la menor intensión es $\emptyset$, tenemos $\mathcal{I}(T \vee P) = \emptyset$. Y puesto que la intensión de P está comprendida entre $\emptyset$ y U, concluimos que $\mathcal{I}(T) = \emptyset$.

Una consecuencia obvia de este teorema es que la lógica no puede modificar los contenidos. Más precisamente, tenemos el

COROLARIO 4.4 Si se relaciona a las tautologías mediante la conjunción, no enriquecen; si se las relaciona mediante la disyunción, vacían. Vale decir, para todo predicado (o enunciado) P de U y para todo constructo tautológico T del mismo rango,

(i) $\mathcal{I}(P \,\&\, T) = \mathcal{I}(P)$;
(ii) $\mathcal{I}(P \vee T) = \emptyset$.

Demostración Por la Definición 1 y los Teoremas 1 y 5.

COROLARIO 4.5 Si se las relaciona mediante la conjunción, las contradicciones engendran una infinidad de proposiciones; si se las relaciona mediante la disyunción, no cambian nada:

(i) $\mathcal{I}(P \,\&\, \neg T) = U$;
(ii) $\mathcal{I}(P \vee \neg T) = \mathcal{I}(P)$.

Demostración Similar a la demostración anterior.

COROLARIO 4.6 La repetición es inútil:

$$\mathcal{I}(P \,\&\, P) = \mathcal{I}(P \vee P) = \mathcal{I}(P).$$

En consecuencia, 'P', 'P & P' y '$P \vee P$' no son conceptos diferentes, sino signos diferentes que representan el mismo concepto.

Por último, un par de resultados acerca de las relaciones de intensión entre constructos que tienen relaciones lógicas.

TEOREMA 4.6 Todo lo que implica contiene: si P implica Q, entonces P contiene a Q en intensión y a la inversa:

$$\vdash P \Rightarrow Q \text{ sii } \mathcal{I}(P) \supseteq \mathcal{I}(Q).$$

Demostración Primero la implicación de izquierda a derecha. Por el Teorema 2, $\mathcal{I}(P \Rightarrow Q) = \overline{\mathcal{I}(P)} \cap \mathcal{I}(Q)$. Pero por hipótesis, el condicional es analítico y, por el Teorema 5, los condicionales analíticos son intensionalmente vacíos. O sea, $\overline{\mathcal{I}(P)} \cap \mathcal{I}(Q) = \emptyset$, lo que equivale a $\mathcal{I}(P) \supseteq \mathcal{I}(Q)$. Ahora la inversa, vale decir: si $\mathcal{I}(P) \supseteq \mathcal{I}(Q)$, entonces $\vdash P \Rightarrow Q$. Supóngase el antecedente. Entonces, puesto que, por hipótesis, $\mathcal{I}$ es una sobreyección, existe un constructo R, tal que $P = Q \,\&\, R$. Y por lógica, $P \vdash Q$.

COROLARIO 4.7 Si dos constructos son analíticamente equivalentes, entonces son cointensivos y a la inversa:

$$\vdash P \Leftrightarrow Q \text{ sii } \mathcal{I}(P) = \mathcal{I}(Q).$$

Los bicondicionales contingentes, sean formales, sean fácticos, no gozan del mismo privilegio, por lo que los equivalentes no analíticos no son sustituibles en cualquier lugar *salva significatione*. Por ejemplo, en la geometría euclídea los esquemas proposicionales "*x* es un triángulo equilátero" y "*x* es un triángulo equiángulo" son equivalentes, pero no de manera analítica, por lo que estos dos predicados no son coextensivos. Si lo fueran, tendría poco sentido mantener los dos conceptos. Tal como se ha comentado en relación con el Corolario 3, la intensión de una equivalencia consiste en todo lo que no sea común a los equivalentes. La equivalencia es un puente, no una puerta. Esta es la razón para no expresar las definiciones, que son identidades, por medio de la forma ⌈*A* sii *B*⌉. Regresaremos a esta cuestión en el Volumen 2, Capítulo 10, Sección 2.2.

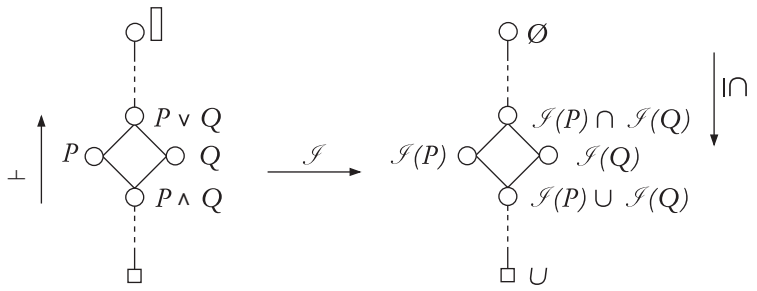


Figura 4.2. El retículo de predicados y el retículo de intensiones: anti-isomórficas.

La Definición 1 y los teoremas anteriores con sus corolarios, muestran que hay una *dualidad*, o anti-ismorfismo, entre los constructos y sus intensiones, en el sentido de que $\mathcal{I}$ transforma intersecciones en uniones y viceversa. Obsérvese la Figura 4.2.

2.4. Diferencia intensional y parecido de familia

Mientras más pobre es la intensión de un constructo, más general es este. En otras palabras, el más general (o menos específico) de dos constructos, es el que tiene una intensión menor. De tal modo, "átomo" es más general que "átomo de helio", precisamente porque es el más débil de los dos. La diferencia de intensión entre un concepto de especie *S* y un con-

cepto de género *G*, es decir su *differentia specifica*, consiste en todo aquello que caracteriza a *S*, pero no a *G*. Puesto que en nuestra semántica las intensiones son conjuntos, resulta natural exactificar la noción de esta manera:

$$\delta(S, G) = \mathcal{I}(S) - \mathcal{I}(G) \equiv \mathcal{I}(S) \cap \overline{\mathcal{I}(G)}.$$

La generalización de este concepto de par de constructos arbitrario requiere la noción de diferencia simétrica, o suma booleana, de conjuntos. De esta manera aseguramos la visibilidad del constructo más rico o más fuerte. De manera más explícita, introducimos la

DEFINICIÓN 4.8 Sean P y Q o bien predicados o bien proposiciones. Luego, la *diferencia de intensión* entre ellos es la diferencia simétrica entre sus intensiones individuales:

$$\delta(P, Q) = \mathcal{I}(P) \,\Delta\, \mathcal{I}(Q) \equiv \mathcal{I}(P) - \mathcal{I}(Q) \cup \mathcal{I}(Q) - \mathcal{I}(P).$$

Ejemplo Sean *T* y *T'* dos teorías axiomatizadas con bases axiomáticas (tomadas de manera conjuntiva) *A* y *A'* = *A* & *B* respectivamente. *T'* es la más fuerte de estas teorías, vale decir la que posee una intensión más rica, en tanto que *T* es la más general (menos específica). Por ejemplo, *T* podría ser la teoría general de grupos y *T'* la teoría de los grupos abelianos: en este caso, el axioma extra *B* sería la ley conmutativa. La diferencia de intensión entre las dos teorías es $\delta(T, T') = \mathcal{I}(A \,\&\, B)\, \Delta\, \mathcal{I}(A) \equiv \mathcal{I}(B) \cap \overline{\mathcal{I}(A)}$. Esta es la novedad de intensión relativa a *A*, aportada por el axioma adicional. Este enriquecimiento en sentido está equilibrado por una reducción en amplitud o extensión: $\mathcal{E}(A \,\&\, B) = \mathcal{E}(A) \cap \mathcal{E}(B) \subseteq \mathcal{E}(A)$.

Apliquemos ahora el concepto recién obtenido al caso de los constructos independientes o «perpendiculares» caracterizados en la Definición 6:

TEOREMA 4.7 La diferencia de intensión entre dos constructos intensionalmente independientes es igual a la unión de las intensiones de cada uno de ellos:

Si $P \perp Q$, es decir $\mathcal{I}(P) \cap \mathcal{I}(Q) = \varnothing$, luego $\delta(P, Q) = \mathcal{I}(P) \cup \mathcal{I}(Q)$.

Demostración Por la Definición 8 y recordando que, si A y B son conjuntos disjuntos, entonces $A \cap \overline{B} = A$.

Ejemplo Las categorías metafísicas de Aristóteles (sustancia, cualidad, tiempo, etc.) son intensionalmente disjuntas. Por consiguiente, dos categorías aristotélicas cualesquiera difieren en todo aquello que sea connotado por ambas.

Ahora puede reformularse el Corolario 3 como el

TEOREMA 4.8 La diferencia intensional entre dos constructos es igual a la intensión de su equivalencia:

$$\delta(P, Q) = \mathcal{I}(P \Leftrightarrow Q).$$

Demostración Por el Corolario 3 y la Definición 8.

Si bien las equivalencias eliminan las diferencias extensionales, ponen de relieve las diferencias de intensión. Esto era esperable en consideración del anti-isomorfismo entre constructos y sus intensiones mencionado al final de la Sección 2.3. En efecto, si su inequivalencia pone de manifiesto la diferencia lógica entre dos constructos, su diferencia semántica tiene que estar dada por su equivalencia. En otras palabras, la función d definida por la Definición 8 hace lo opuesto que su homóloga, la función d: $U \times U \rightarrow U$, que convierte pares de constructos en sus inequivalentes, vale decir, tal que

$$d(P, Q) = \mathcal{I}(P \,\&\, \neg Q) \vee (\neg P \,\&\, Q) = P \not\Leftrightarrow Q \text{ para } P \text{ y } Q \text{ en } U.$$

Más aún, toda aplicación f: $U^n \rightarrow U$ que conserve la totalidad de los valores de la distancia *lógica* d puede considerarse una *transformación tautológica*. En cambio, toda aplicación g: $U^n \rightarrow U$ que conserve la totalidad de los valores de la distancia semántica δ, puede interpretarse como una transformación (sea esta lógicamente válida o no) que no hace nada para acercar o alejar a los constructos entre sí. No realizaremos una investigación detallada de la estructura algebraica dada a U por δ en analogía a la inducida por d sobre U. (Para esta última, véase Blumenthal y Menger 1970.) Para nuestros propósitos, bastará con demostrar el

TEOREMA 4.9 Sea U un álgebra de Boole o bien de predicados o bien de enunciados. Entonces, la familia de sus intensiones, vale decir

$\mathbb{I} = \{\mathcal{I}(P) \mid P \in U\} = \{\mathcal{I}(P) \in \mathcal{P}(U)\}$

es un anillo de conjuntos que se llamará *anillo de intensiones* de U.

Demostración Para comenzar, $\mathbb{I}$ es no vacía: aun cuando todos los P de U sean tautologías, $\mathbb{I}$ contiene al conjunto vacío. A continuación, por la Definición 1, la unión de dos intensiones cualesquiera es una intensión, a saber la intensión de una conjunción. Lo mismo ocurre con las diferencias. Por consiguiente, $\mathbb{I}$ es un anillo de conjuntos.

Este teorema es solo un requisito formal para la siguiente investigación, la cual resulta de interés para la semántica. La función «multivaluada» [*set valued function*] δ es una medida no numérica de la «distancia» de intensión entre dos constructos. No se trata de ninguna metáfora: a continuación mostraremos que δ es formalmente semejante a la función de distancia de un espacio cuasimétrico unidimensional. (Mientras que en un espacio métrico dos puntos son el mismo únicamente en el caso de que no estén separados, en un espacio *cuasimétrico* los puntos distintos no necesitan estar separados. En estos espacios, es válida la condición más débil $\delta(x, x) = 0$, en lugar de $\delta(x, y) = 0$ sii $x = y$.) Llamaremos *espacio pseudocuasimétrico* a todo conjunto no vacío provisto de una métrica δ. Procederemos a demostrar que las intensiones forman un espacio de este tipo.

TEOREMA 4.10 Sea $\mathbb{I}$ un anillo de intensiones. Entonces, la estructura $\langle \mathbb{I}, \delta \rangle$, donde $\delta: \mathbb{I}^2 \to \mathbb{I}$ es la diferencia de intensión, es un espacio pseudocuasimétrico, vale decir la función δ satisface la totalidad de las siguientes condiciones:

(i) $\delta(P, Q) \supseteq \varnothing$;
(ii) $\delta(P, Q) = \delta(Q, P)$;
(iii) $\delta(P, Q) \,\Delta\, \delta(Q, R) = \delta(P, R)$;
(iv) $\delta(P, P) = \varnothing$

para todo P, Q, R del sustrato U de $\mathbb{I}$.

Demostración Todas las propiedades, con excepción de la tercera, se controlan fácilmente recordando la Definición 8. La «igualdad triangular» (iii) se sigue de la asociatividad de la suma booleana y de las ecuaciones: $A \,\Delta\, A = \varnothing$ y $A \,\Delta\, \varnothing = A$.

El interés de este teorema es doble. Primero, refuerza nuestra decisión de considerar "$\mathcal{I}(P) \,\Delta\, \mathcal{I}(Q)$" como la diferencia o distancia de in-

tensión entre P y Q. Ahora podemos representar las intensiones como puntos de una línea: véase la Figura 4.3. Segundo, ahora podemos definir los entornos,

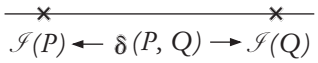


Figura 4.3. El espacio intensional es unidimensional.

que resultarán ser tanto matemática como filosóficamente significativos:

DEFINICIÓN 4.9 Sea $\mathbb{I}$ un anillo de intensiones sobre un álgebra U de constructos y llámese A a un subconjunto fijo de $\mathbb{I}$. Entonces, para P de U, llamaremos a

$$N_A(P) = \{\mathscr{I}(Q) \mid Q \in U \text{ y } \delta(P, Q) \subset A\}$$

el *entorno A* de *P*.

Este concepto de entorno del espacio de intensiones dilucida la vaga noción de *parecido de familia* a la cual dieron tanta importancia el segundo Wittgenstein y sus seguidores. En efecto, el entorno A de un constructo P es la colección de intensiones tal que su distancia a la intensión de P se encuentre dentro de un intervalo de intensional dado A. De tal modo, todo $N_A(P)$ es una colección de constructos cercanos a P. Mientras menor sea A, más cercano será el parentesco.

Más aún, los entornos introducidos por la Definición 9 generan dos topologías diferentes. Más precisamente, podemos demostrar el

TEOREMA 4.11 Las colecciones de entornos

$$\mathscr{B}_1 = \{N_A(P) \mid P \in U \text{ y } A \subset \mathbb{I}\}$$
$$\mathscr{B}_2 = \{N_A(P) \mid P \in U \text{ y } A \in U\}$$

constituyen, cada una, una base para una topología sobre U. Vale decir que en cada caso (*a*) la unión de los entornos es igual a U; (*b*) si un constructo P pertenece a la intersección de dos entornos dados, entonces existe un entorno de P que está incluido en la intersección.

En virtud de la primera cláusula de este teorema, ningún constructo de un universo de discurso dado está aislado y las diversas familias de constructos cubren todo el universo. En virtud de la segunda cláusula, todo constructo que pertenezca a dos familias puede ser colocado en una tercera familia incluida en la superposición de las primeras y que, por ende, constituye un conjunto de parientes cercanos. No continuaremos aquí esta línea de indagación, aunque parece prometedora porque la herramienta natural para refinar conceptos de vecindad y cercanía es la topología, no el lenguaje natural.

Ya sobre el final, advertimos que el concepto semántico de parecido de familia no es reducible a conceptos pragmáticos (por ejemplo, psicológicos o lingüísticos). De tal modo, la distancia semántica entre dos constructos está determinada por la teoría en la cual estos se presentan, no por la manera en que son concebidos o mencionados por un sujeto en ciertas circunstancias. En particular, la distancia semántica no está relacionada ni con la asociación psicológica ni con la correlación lingüística. Tanto si dos constructos son semánticamente cercanos en un contexto dado como si no lo son, pueden estar fuertemente correlacionados para algunos sujetos y no correlacionados para otros, especialmente si nunca antes se los ha pensado. Así las cosas, los intentos de dar razón del sentido semántico en términos psicológicos o lingüísticos están condenados al fracaso.

3. Algunos parientes: de sangre y políticos

3.1. Fuerza lógica

Nuestro concepto de intensión es coextensivo con el de fuerza lógica. De hecho, por el Teorema 6, el constructo más fuerte es también el más rico y viceversa: $P \vdash Q$ sii $\mathcal{I}(P) \supseteq (Q)$. Más aún, nuestro cálculo de intensiones satisface diversas condiciones que caracterizan la noción de fuerza lógica o potencia deductiva. En particular, los desiderata D4, D5, D7, D8 y D9 listados en la Sección 2.1, son cumplidos por las dos nociones. A su vez, el concepto de fuerza lógica coincide con el de especificidad: cuanto más específico (menos genérico) es un constructo, más fuerte es. De tal modo, el concepto de habilidad para la lectura es más fuerte desde el punto de vista lógico y más rico en cuanto a intensión que el concepto genérico de habi-

lidad. En consecuencia, una teoría sobre la habilidad lectora sería más específica (más fuerte) que una teoría general sobre las habilidades.

Si bien los conceptos de fuerza e intensión son coextensivos, no son cointensivos. (La fuerza lógica es cointensiva con el sentido descendente, que estudiaremos en el Capítulo 5, Sección 3.) De hecho, nuestra Definición 1, determina la intensión de "intensión", no contiene el concepto de deducibilidad, el cual es, en cambio, el núcleo mismo del concepto de fuerza lógica y define los conceptos de fuerza tanto de Carnap como de Popper. Esta situación ejemplifica nuestra tesis de que los constructos coextensivos no son necesariamente cointensivos y, de hecho, ni siquiera son correferenciales. He aquí un ejemplo más sencillo: ⌜Ormuz es infeliz sii Ahriman es feliz⌝. Un ejemplo más complejo es este: "consistencia" y "satisfacibilidad" (o "validez en un modelo") son conceptos coextensivos, razón por la cual encontrar un modelo de un conjunto de fórmulas demuestra la consistencia del mismo; sin embargo, la noción sintáctica no es cointensiva con la noción semántica.

Pasemos ahora a unas pocas nociones más, que a menudo se confunden con la de intensión.

3.2. Información

Frecuentemente, la intensión se equipara con el contenido de información. Así pues, a menudo se afirma que, en tanto que las proposiciones sintéticas comunican información, las fórmulas analíticas no lo hacen. Sin duda, hay una relación entre la intensión y la información: cuanto mayor es la primera, más rica es la segunda. Sin embargo, estos conceptos no son idénticos. Para comenzar, un constructo *posee* contenido, mientras que una señal, tal como una oración escrita, *comunica* (transporta, transmite) información *a alguien*. En otras palabras, mientras que la intensión está definida sobre el conjunto de constructos, la información está definida sobre el conjunto de pares señal-sujeto, donde un sujeto es un espectador o un oyente con la capacidad para decodificar la señal. Para ser recibida, la información exige un receptor, es decir un sistema provisto de dispositivos de recepción y decodificación adecuados. La oración '$(-1)^2 = 1$', que expresa o comunica el enunciado de que el cuadrado de menos uno es igual a la unidad, no transmite información alguna a un bebé y puede comunicar información errónea a un

matemático que se halla bajo la influencia del LSD. En suma, mientras que el concepto de intensión es semántico, el de información es pragmático: el primero no involucra ningún sujeto, el segundo está atado a un sujeto.

Una vez que hemos hecho a un lado el (importantísimo) receptor de la información y el no menos importante canal de información, es posible desarrollar un concepto impersonal o semántico de información. De hecho, tras quitar el concepto de sujeto de las consideraciones previas y de hacerlas más explícitas, nos quedan los siguientes principios.

INF 1 Si una señal (marca, signo, inscripción, sonido, etc.) es una oración o representa una oración, entonces la *información comunicada* por la señal es la proposición designada por la oración.

INF 2 Si S y S' son conjuntos de señales que representan los conjuntos de proposiciones P y P' respectivamente, entonces

(i) la información comunicada por S es *mayor o igual a* la información comunicada por S' sii $P \supseteq P'$;

(ii) la *ganancia de información* que acompaña la sustitución de S por S' es igual a $P - P' \circ P \cap \bar{P'}$.

Estas tres proposiciones definen lo que llamaremos nuestro *concepto semántico de información*. Se reduce a lo siguiente: la información o mensaje comunicado por una señal consiste en la proposición o proposiciones que la señal representa. De ello se sigue que (*a*) las señales no proposicionales no comunican información alguna, (*b*) mientras mayor sea el contenido de una proposición, más rica será la información comunicada por la señal que representa a esa proposición y (*c*) cuanto más verdadera sea una proposición, más exacta será la información comunicada por la señal que representa a esa proposición. Podemos bautizar estas obviedades como la *concepción semántica de la información de Simple Simon*.†

La concepción de Simple Simon contrasta con las teorías cuantitativas de la información semántica propuestas durante las dos últimas décadas, desde la de Bar-Hillel y Carnap (1953) a la de Hintikka (1968, 1979). La concepción de Simple Simon difiere, en particular, de la primera, la cual inició lo que actualmente constituye un voluminoso cuerpo de literatura

† El original en inglés, *«Simple Simon's semantic view on information»* tiene un matiz humorístico, que solo se traslada débilmente al castellano. [*N. del T.*]

sobre el tema. Esta teoría se reduce a identificar la cantidad de información comunicada por un enunciado *s* con su improbabilidad:

$$cont\ s = 1 - Pr(s).$$

(Para una propuesta similar, véase Popper, 1963b). Una vez que se ha aceptado esta fórmula, puede reescribirse toda la teoría elemental de probabilidades en términos de la función *cont* y aprovechársela a los fines semánticos. El resultado es tan ordenado como el cálculo probabilístico, del cual es una adaptación, pero ¡ay! es vacuo. En efecto, difícilmente pueda decirse que la función *cont* exactifique cualquier concepto intuitivo de contenido. Por un lado, resulta que las contradicciones tienen máximo contenido, mientras que a las alternancias cuyas probabilidades de los disyuntos son complementarias, se les asigna un contenido nulo. Por otro lado, la teoría asigna la misma probabilidad a los constructos coextensivos y, por ende, el mismo contenido; en consecuencia, no consigue distinguir entre ⌜El césped es verde⌝ y ⌜El tiempo ha estado apacible y húmedo⌝, enunciados que ni siquiera tienen el mismo referente. Peor aún, la teoría no se puede aplicar, porque ni ella ni la lógica inductiva (con la que se la asocia, en ocasiones) nos dicen cómo asignar probabilidades a los enunciados constituyentes, ni siquiera cómo interpretar la expresión '$Pr(s) = p$'. Por lo tanto, no tiene sentido afirmar que toda fórmula, por ejemplo la ecuación de Shrödinger, comunica una cantidad de información definida ubicada entre 0 y 1. No tomarás el número de tu Dios en vano.

Otras teorías cuantitativas de la información son paráfrasis de, o deben mucho, a la teoría matemática de la comunicación o teoría estadística de la información (Shannon y Weaver, 1949), de la cual se habla mucho, pero se entiende poco. El problema que esta teoría intentó resolver es el de identificar y medir la información transportada por señales físicas distorsionadas por perturbaciones aleatorias que causan ruido. La noción básica de esta teoría es la de probabilidad de una señal binaria aleatoria, no la de una proposición o un enunciado. Esta probabilidad es un número que puede estimarse, siempre y cuando se conozca, o se de por supuesto, algo acerca del sistema emisor-canal-receptor-entorno. Se trata, permítasenos hacer hincapié en ello, de la probabilidad de que suceda un *acontecimiento físico aleatorio*, no de la probabilidad de un constructo y mucho menos de la probabilidad de un constructo ordenado, tal como una hipótesis científica. La teoría postula que la cantidad de infor-

mación transportada por una señal s_i, que surge con probabilidad p_i en el extremo receptor de un canal de comunicación, depende únicamente de esa probabilidad, a saber de este modo:

$$I(s_i) = -\log_2 p_i \text{ bits.}$$

En consecuencia, la cantidad de información promedio H comunicada por una secuencia de N señales mutuamente independientes está dada por la fórmula de Shannon

$$H = \sum_{i=1}^{N} p_i\, I(s_i) = -\sum_{i=1}^{N} p_i \log_2 p_i \text{ bits, con } \sum_{i=1}^{N} p_i = 1.$$

Si todas las N señales son igualmente probables, entonces $p_i = 1/N$, de donde $H = \log_2 N$ bits. En la teoría de la información, H se interpreta con frecuencia como una medida de la *incertidumbre* o *valor de novedad* del mensaje. O, lo que es equivalente, la cantidad de información mide la ignorancia o incertidumbre del receptor acerca de la señal que se está por recibir. Todos estos son conceptos pragmáticos o psicológicos, no semánticos. Ni siquiera la generalización de Kolmogoroff de la fórmula de Shannon resulta pertinente para la semántica, ya que su «entropía» referida a la teoría de la información está definida solamente para variables aleatorias, vale decir para variables asociadas a una distribución de probabilidades.

Los anteriores conceptos propios de la teoría de la información, están muy lejos de los conceptos semánticos de intensión y contenido. Por un lado, el concepto de aleatoriedad, esencial para toda aplicación de la teoría de probabilidades, no tiene sentido en relación con las proposiciones. (La idea de tropezar con cierta probabilidad en una proposición dada sí tiene sentido, pero únicamente en el contexto de la pragmática y, en todo caso, no tiene ninguna relación con el contenido de la proposición.) Por otro lado, el concepto de cantidad de información propio de la teoría de la información es, en un sentido, lo opuesto al sentido semántico de contenido, ya que una señal que transporta una proposición con un contenido definido y rico, tal como la ley de conservación de la energía, posee un contenido de información nulo para un físico, ya que no lo sorprende en absoluto. Por todas estas razones, la teoría estadística de la información resulta impertinente para la semántica, a pesar de la extravagante afirmación de MacKay (1969).

En vista de las dificultades fundamentales que han encontrado las teorías cuantitativas de la información semántica que han utilizado la teoría estadística de la información, mantendremos el concepto de información de Simple Simon. Sin embargo, no le encontramos utilidad, precisamente porque es un concepto semántico, en tanto que la información y la comunicación pertenecen a la pragmática. El que un signo transporte información a alguien o no, depende tanto del trasfondo de conocimiento del receptor y de su sed de nuevos conocimientos como del contenido del enunciado transmitido. Así pues, una tautología que es novedosa para un sujeto dado, le resulta informativa a ese sujeto, en tanto que una oración fáctica que se sabe de memoria no. En todo caso, ni el concepto semántico de información ni ninguno de los conceptos pragmáticos de información puede equipararse con el concepto de intensión.

3.3. Comprobabilidad

Peirce, Frege, el Círculo de Viena y el primer Wittgenstein sostenían la identidad entre significado y verificabilidad. Carnap transformó esta tesis en la equiparación del significado con los procedimientos de puesta a prueba: «el significado de una oración es, en cierto sentido, idéntico al modo en que determinamos su verdad y falsedad; y una oración únicamente tiene sentido si tal determinación es posible» (Carnap, 1936). Esta tesis fue objeto de críticas tan devastadoras (véase, por ejemplo, Williams, 1937; Russell, 1948 y Hempel, 1965) que hoy día casi ha sido abandonada por los filósofos. (Quine, 1971, es prácticamente el único fiel que ha quedado.) Sin embargo, sobrevive entre los científicos e incluso, aunque de forma diluida, en la tesis de Popper de que «el grado de contrastabilidad de un enunciado, se incrementa al aumentar su contenido» (Popper, 1936a, 1936b). A primera vista, esta tesis resulta bastante plausible: las tautologías no poseen contenido alguno y son insensibles a la puesta a prueba empírica, en tanto que los enunciados fácticos poseen contenido y son, presuntamente, pasibles de tales comprobaciones. Más aún, una disyunción es intensionalmente más pobre, a la vez que menos vulnerable a la experiencia, que cualquiera de sus disyuntos y "Es posible que *p*" dice menos –y, por lo tanto, arriesga menos– que "*p*".

Es difícil evaluar esta tesis sin disponer de una teoría de grados de comprobabilidad (no solo de la confirmación *a posteriori*) bien desarro-

llada en relación con el contenido, por no mencionar una teoría del contenido. Sin embargo, la tesis se derrumba bajo el peso de los siguientes contraejemplos. Un enunciado observacional singular, tal como "Esa manzana es roja", es intensionalmente indigente y, a la vez, comprobable en gran medida. En cambio, cada una de las ecuaciones diferenciales parciales de la física tiene un contenido tan rico que no es completamente comprobable. A decir verdad, solo se pueden poner a prueba unas pocas de sus (infinitas) soluciones en algunos valores de su argumento. Desde luego, un enunciado tan rico presenta más oportunidades de ser puesto a prueba y entrar en conflicto con los datos que un enunciado trivial desde el punto de vista científico, tal como "Esa manzana es roja", el cual se puede comprobar con solo una mirada. O sea, cuanto más rica es la intensión de un enunciado, mayor número de puestas a prueba *requiere* para averiguar su valor de verdad, vale decir mayor es el blanco que ofrece a la experiencia. Pero no podemos llamar 'comprobabilidad' a esto. Podría ser más adecuado llamarle *in*comprobabilidad: cuanto más «dice» un enunciado (o sea, cuanto más rico es su sentido), más es lo que hay que comprobar, por lo que esa tarea solo puede realizarse en menor proporción. Llamaremos *sensibilidad empírica* (o blanco o sección transversal) a esta capacidad de un enunciado de afrontar –o tomar contacto con– la experiencia (la 'contrastabilidad' de Popper). Hablando de manera intuitiva, la sensibilidad empírica de un enunciado (o de una colección de enunciados) está inversamente relacionada con su comprobabilidad propiamente dicha o capacidad de que su verdad sea puesta a prueba.

No es este el lugar para profundizar acerca de este problema. En consecuencia, permítaseme expresar de manera telegráfica mis concepciones acerca de las relaciones entre el sentido y los conceptos metodológicos que venimos discutiendo.

(i) Los conceptos de sentido, sensibilidad empírica y comprobabilidad son *heterogéneos* y, por lo tanto, no son mutuamente reducibles. El primero es semántico, en tanto que los otros dos son metodológicos. La determinación del sentido es un asunto teórico y, más aún, precede a la determinación tanto de la sensibilidad empírica como de la comprobabilidad. Además, el grado de comprobabilidad de un enunciado tiene que evaluarse en relación con una multitud de elementos, tanto teóricos como empíricos, del trasfondo de conocimientos.

(ii) La *sensibilidad empírica* (blanco, sección transversal) que un enunciado exhibe ante los datos aumenta con su sentido.

(iii) La *comprobabilidad* de un enunciado está inversamente relacionada con su sentido y aumenta con su sistematicidad, es decir con la fuerza de los vínculos que mantiene con otros miembros de un cuerpo de conocimiento. (Un enunciado estrictamente aislado no sería pasible de puesta a prueba. Un enunciado perteneciente a una teoría que se superpone parcialmente con otra puede presentar la oportunidad de una doble comprobación: una directa y otra a través de la otra teoría.)

(iv) El *grado de confirmación* (validación empírica, corroboración) de un enunciado comprobable disminuye con su sentido. A diferencia de la sensibilidad y la comprobabilidad, que se estiman previamente a la puesta a prueba, los grados de confirmación se atribuyen, si es que se hace, a posteriori. Y no presentan ninguna relación fija con la sensibilidad empírica ni con la comprobabilidad; en particular, un enunciado altamente comprobable puede resultar completamente falso. En cambio, los grados de confirmación dependen de los procedimientos de puesta a prueba: diferentes técnicas corroborarán (o debilitarán) una hipótesis en grados diferentes.

4. Comentarios finales

Nuestra teoría de las intensiones se reduce, en última instancia, al cálculo de la Sección 2. Este cálculo permite clarificar una multitud de nociones oscuras, tales como inclusión intensional e independencia intensional. En el Capítulo 9, Sección 1.6, veremos que nuestra teoría también nos permite enunciar e incluso demostrar la relación recíproca entre intensiones y extensiones. Más aún, nos permite computar el sentido de una totalidad como función de los sentidos de sus partes, a condición de que o bien conozcamos esas partes o bien no estemos muy interesados en ellas, por quedar satisfechos con el hallazgo de relaciones intensionales. Esta desventaja se resolverá, en parte, en el próximo capítulo, donde aprenderemos a hallar el sentido pleno de un constructo teórico. Resultará que la intensión de un constructo está incluida en su sentido pleno.

Nuestra teoría considera que las intensiones son objetos semánticos fundamentales o irreducibles. Está expresada en términos de la teoría de conjuntos, pero no reduce las intensiones ni a extensiones ni a clases de referencia. Nuestra teoría tampoco hace uso de conceptos modales. En particular, nuestra Definición 4 difiere de las siguientes interpreta-

ciones de la noción de inclusión intensional (Lambert y van Fraassen, 1970):

P está intensionalmente incluida en *Q* sii ⌈Necesariamete, todos los individuos que son *P* son *Q*⌉ es verdadera

y

P está intensionalmente incluida en *Q* sii ⌈Todos los individuos (posibles) que son *P* son *Q*⌉.

Hemos mantenido nuestra semántica libre de las modalidades e independiente de la lógica modal por varias razones. Primero, porque no las necesitamos. Segundo, porque no está nada claro cómo deben interpretarse los prefijos modales. Si se pretende que todo 'necesariamente' signifique necesidad lógica, entonces los conceptos de implicación ya hacen ese trabajo y lo hace mucho mejor: dilucidan una noción de necesidad relativa (no absoluta), la necesidad de una conclusión relativa a sus premisas y a las reglas de inferencia aceptadas. Y si lo que se quiere decir es necesidad óntica (o física), entonces no tiene nada que hacer en la semántica y, a decir verdad, la lógica modal tampoco provee una dilucidación adecuada de este concepto. (Más en el Volumen 3, Capítulo 4.) En resumidas cuentas, opino que la lógica modal no es útil para la semántica. En cambio, debe usarse la semántica para intentar resolver algunos de los acertijos de la lógica, tales como si el enunciado ⌈Ese truco puede funcionar⌉ significa lo mismo que ⌈Ese truco puede no funcionar⌉.

Hasta aquí hemos prestado atención a una de las dimensiones del sentido. A continuación, pasaremos a las dimensiones restantes: sentido ascendente y sentido descendente.

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 187

Capítulo 5

Quid y contenido

Nuestro análisis del sentido del capítulo anterior ha sido «local» u «horizontal»: se ha limitado al constructo dado, sin prestar atención a sus parientes lógicos. Las limitaciones de este enfoque son obvias. En primer lugar, no puede hacer justicia a las proposiciones de la forma ⌈*A* significa *B*⌉, en la cual 'significa' representa "implica" o "es implicado por". Por ejemplo, que *x* es amado, «significa» (se sigue de) que alguien ama a *x*; también «significa» (implica) que *x* es amable. En este capítulo complementaremos el enfoque «horizontal» o «local» del sentido con un análisis «vertical» o «global». De hecho, nos haremos las siguientes preguntas: ¿cuál es la ascendencia (o el conjunto de implicantes) de un constructo? y ¿cuál es la descendencia (o conjuntos de consecuentes) de un constructo? En otras palabras, dilucidaremos las nociones que hemos llamado *sentido ascendente* y *sentido descendente*.

Formalizaremos las ideas (*a*) de que el sentido ascendente de un constructo en un contexto dado es la colección de constructos de los que depende o que lo determinan (lógicamente) y (*b*) que el sentido descendente de un constructo en un contexto dado es la colección de constructos que dependen de él o que están (lógicamente) determinados por él. Los conceptos de sentido ascendente y sentido descendente son, pues, mutuamente duales. Y ambos dependen del contexto: los sentidos ascendente y descendente de un constructo dependen del cuerpo de conocimiento en el cual este constructo se presenta. Esta relativización del sentido en relación con el contexto restringe la libertad de realizar cambios de significado arbitrarios. La ventaja de esta relativización es clara: resulta imposible deter-

minar el sentido preciso de un predicado aislado; este es el origen de las interminables disputas semánticas en los campos de conocimiento en desarrollo, así como de las áreas antiguas, pero indisciplinadas. Solo los predicados y enunciados sistémicos, vale decir los constructos que forman parte de sistemas deductivos determinados, poseen sentido ascendente y sentido descendente determinados. (Cuando un constructo se transplanta a una teoría diferente, si no es rechazado, puede adquirir un sentido nuevo, es decir puede transformarse en un constructo algo diferente.)

Finalmente, el sentido pleno de un constructo en un contexto dado puede considerarse igual a la unión de su sentido ascendente y su sentido descendente en ese contexto. Por consiguiente, la intensión o "sentido interno" del constructo estará incluida en su sentido pleno. Pero, dado que disfrutar de un lugar determinado en un orden jerárquico axiomático es la excepción, antes que la regla, sería prudente conservar la teoría de intensiones incluso si estas son solamente partes del sentido pleno.

1. Contextos cerrados

1.1. Los contextos cerrados y su estructura

Recuérdese la noción de contexto presentada en el Capítulo 2, Sección 3.4. Un contexto $C = \langle S, \mathbb{P}, D \rangle$ es un constructo compuesto de un conjunto S de enunciados y los predicados extralógicos que allí aparecen pertenecen a la familia de predicados P, todos los cuales se refieren a individuos del dominio D de objetos.

Un contexto puede ser amorfo o estructurado. Véase la Tabla 5.1.

TABLA 5.1
Sistemas conceptuales

Elemento	Estructura	Semántica
Conjunto de constructos	———	———
Contexto	———	Homogeneidad referencial
Contexto cerrado	Álgebra de Boole	Homogeneidad referencial
Teoría	Filtro	Homogeneidad referencial
Teoría consistente	Ultrafiltro	Homogeneidad referencial

Obtenemos un contexto estructurado si mantenemos fijos D y $\mathbb{P}$ y permitimos todas las operaciones lógicas, y solamente ellas, en los conjuntos $\mathbb{P}$ y S. Un contexto así, será cerrado tanto formal (sintáctica) como referencialmente (semánticamente). Lo primero, porque el procesamiento lógico no producirá nada fuera de S; lo segundo, porque no se permitirá intervenir en el curso del procesamiento a ningún referente ajeno a D. (Este doble cierre no necesariamente hará más rígida la investigación: siempre tenemos la libertad de saltar a un contexto diferente.) De manera más explícita, establecemos la

DEFINICIÓN 5.1 Llamaremos *contexto cerrado* a la estructura $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$ sii (i) $\mathbb{C}$ es un contexto y (ii) S está cerrado con respecto a la negación, la conjunción, la disyunción y la generalización (tanto existencial como universal).

Desde el punto de vista algebraico, los enunciados de un contexto cerrado constituyen un retículo complementado. En efecto, cada miembro s de S tiene su opuesto $\neg s$ de S y, para dos elementos cualesquiera s y t de S, tanto la unión $s \vee t$ como la intersección $s \wedge t$ (vale decir, la conjunción s & t) pertenecen a S. Más aún, $\vee$ se distribuye sobre $\wedge$ y viceversa, de tal modo que el retículo es distributivo, además de ser complementado. Y a causa de esta última propiedad, S contiene un elemento nulo $\square$, así como un elemento universal $\square$. Todo enunciado extensionalmente vacío es igual a $\square$ y todo enunciado extensionalmente universal es igual a $\square$. En resumen, tenemos el

TEOREMA 5.1 Los enunciados de un contexto cerrado constituyen un retículo complementado distributivo, con elemento nulo y elemento unidad, vale decir un álgebra de Boole.

Un resultado similar vale para ciertos subconjuntos de la colección de predicados en un contexto cerrado. Para demostrarlo, recordaremos cómo se definen los conectivos fundamentales para los predicados (Capítulo 1, Sección 2.2.)

DEFINICIÓN 5.2 Sea $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$ un contexto cerrado. Si P y Q pertenecen a $\mathbb{P}$ y ambos están definidos sobre el subconjunto $E \subseteq D$, entonces

(i) $\neg P$: $E \rightarrow S$, con $\neg Px = \neg(Px)$ para todo x de E;

(ii) $P \wedge Q$: $E \rightarrow S$, con $(P \wedge Q)x = Px \wedge Qx$ para todo x de E.

Considérese ahora la totalidad de los predicados de $\mathbb{P}$ con dominio $E \subseteq D$, vale decir $\mathbb{P}_E = S^E$. Dado que, por hipótesis, S es un retículo y, más aún, un álgebra de Boole, la matemática nos dice que $P_E = S^E$ tiene la misma estructura algebraica. En otras palabras, tenemos el

TEOREMA 5.2 La totalidad de los predicados definidos sobre el mismo dominio y que pertenecen a un contexto cerrado forman un retículo distributivo complementado, con elemento nulo y elemento unidad, vale decir un álgebra de Boole.

En virtud de la semejanza algebraica entre el conjunto S de enunciados y el subconjunto $\mathbb{P}$ de predicados en un contexto cerrado, podemos llamarles por el nombre genérico de *conjunto cerrado de constructos*. De este modo, los Teoremas 1 y 2 pueden agruparse en la

PROPOSICIÓN Todo conjunto cerrado de constructos es un álgebra de Boole.

Esta unificación formal de enunciados y predicados nos ahorrará tinta, a condición de que recordemos que no es todo el conjunto $\mathbb{P}$ de predicados en un contexto cerrado el que posee la mencionada estructura booleana, sino solo aquellos subconjuntos de $\mathbb{P}$ constituidos por predicados con dominios iguales. Por ejemplo, "longitud de onda" e "índice de refracción" pertenecen a la óptica ondulatoria, que es una teoría y, por consiguiente, un contexto cerrado, pero dado que no están definidos sobre un dominio común, no pertenecen a un contexto cerrado de predicados.

1.2. La ascendencia lógica de un constructo

Dado que el sentido ascendente de un constructo en un contexto mostrará ser el ideal principal generado por el constructo, resultará ventajoso recordar el abecé de los ideales. Un ideal de un retículo R es el subconjunto I de R que contiene todos los ascendientes de todo elemento dado de R, así como todas las uniones de dos elementos de I (lo que incluye, desde luego, la unión de un miembro con su complemento). De manera más explícita, tenemos la siguiente definición:

Si R es un retículo, entonces I es un *ideal* en R sii I es un subconjunto no vacío de R que satisface las siguientes condiciones:

*I*1 Para todo $x \in I$ e $y \in R$, si $y \leq x$, entonces $y \in I$.
*I*2 Para todo $x, y \in I$, $x \vee y \in I$.

Claramente, todo retículo es un ideal. (Incluso el retículo unitario compuesto del constructo nulo es un ideal.) En particular, nuestros conjuntos cerrados de constructos son ideales. Y la eliminación del elemento universal □ de *I* transforma a *I* en un *ideal propio* $I \subset R$. Finalmente, el asegurarse de que □ es un ideal propio nos autoriza a declararlo un *ideal maximal*. En otras palabras, un ideal propio es un ideal maximal sii, para todo $x \in R$ tanto x como su complemento $\bar{x}$ pertenecen a *I*.

Apliquemos estos conceptos algebraicos a nuestros retículos de constructos en contextos cerrados. Esta aplicación requiere únicamente de un paso más: identificar la relación de orden. Si el conjunto básico resulta ser o bien de predicados o bien de enunciados, la relación de orden es la de implicación $\vdash$. O sea, si x e y pertenecen a un conjunto cerrado $\mathbb{C}$ de constructos, entonces

$x \leq y$ sii $x \vdash y$.

Ahora es fácil comprobar que todo conjunto cerrado de constructos del cual falte el constructo universal es un ideal maximal. Para referencia:

TEOREMA 5.3 Sea $\mathbb{C}$ un conjunto cerrado de constructos parcialmente ordenado por la relación de implicación $\vdash$. Entonces, $\langle \mathbb{C}, \wedge, \vee, \neg, \Box \rangle$ es un ideal maximal.

Todo ideal puede ser subdividido en tantos ideales parciales (o subideales) como elementos haya en el retículo base. En efecto, todo elemento de un retículo leva a todos sus ancestros a formar su propio ideal o árbol genealógico privado. De manera más precisa, tenemos la siguiente definición:

Para todo elemento x en el retículo *R*, se llama *ideal principal* generado por x en *R*, al conjunto $\{y \in R \mid \underline{x} \leq \underline{y}\}$. Símbolo: $(x)_R$.

La adaptación de estos conceptos algebraicos a nuestras necesidades produce la

DEFINICIÓN 5.2 Sea x en un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$. Luego, la ascendencia lógica de x de $\mathbb{C}$ es el ideal principal generado por x en $\mathbb{C}$:

$(x)_C = \{y \in \mathbb{C} \mid y \vdash x\}$.

Adviértase que la ascendencia de un constructo depende del contexto en el que este se presenta.

Ahora pondremos a trabajar estas ideas al servicio de la semántica.

2. El sentido como sentido ascendente o ascendencia lógica

2.1. Sentido ascendente y quid

En la Sección 1 dijimos que el sentido ascendente de un constructo puede considerarse como la totalidad de sus determinantes conceptuales, vale decir la colección de constructos que lo «definen» o demuestran. Una explicación natural de esta idea intuitiva es la de ascendencia lógica presentada en la Definición 3. De modo más explícito, estipulamos la

DEFINICIÓN 5.4 Sea x un constructo perteneciente a un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$. Luego, el *sentido ascendente* de x de $\mathbb{C}$ es igual a la ascendencia lógica de x de $\mathbb{C}$, es decir al ideal principal generado por x en $\mathbb{C}$:

$$\mathcal{SA}_{\mathbb{C}}(x) = (x)_{\mathbb{C}} = \{y \in \mathbb{C} \mid y \vdash x\}.$$

Por ejemplo, debido a que diferentes demostraciones de un teorema dado pueden exhibir diferentes conexiones, el sentido ascendente de un teorema dependerá de las premisas empleadas para demostrarlo. Este cambio de sentido ascendente es corresponsable de la diversidad de significados pragmáticos, es decir del hecho de que el mismo teorema pueda significar cosas diferentes para personas diferentes (cf. Wang, 1966).

De todos los determinantes de cualquier constructo x dado, algunos pueden ser más fundamentales que otros y, por eso mismo, pueden indicar aquello de x que es esencial. En otras palabras, el conjunto de determinantes últimos suficiente para determinar a x, constituye el sentido ascendente esencial o quid de x. De manera más explícita, estipulamos la

DEFINICIÓN 5.5 Si x es un miembro de un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$, el quid (o sentido ascendente esencial o punto esencial) de x de $\mathbb{C}$ es el menor subconjunto de $\mathbb{C}$ que implica a x.

Por ejemplo, el quid de "Ø" en el álgebra de conjuntos, se compone de dos enunciados: uno a fin de que la unión de Ø con un conjunto arbitrario sea igual a este último y el otro a efectos de que la intersección de Ø con un conjunto arbitrario sea igual al primero. Regresaremos al concepto de quid en la subsección siguiente.

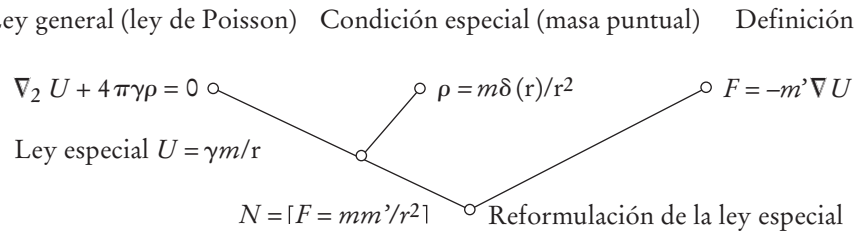
Si a un ideal que contiene el elemento nulo □ se le elimina el elemento unidad □, se transforma en un ideal maximal. (Recuérdese la Sección 1.2.). Ahora bien, si eliminar el constructo universal □ de un conjunto cerrado de constructos, es igual a conservar únicamente los constructos no tautológicos, vale decir los constructos extralógicos. Esto justifica la

DEFINICIÓN 5.6 Sea x que pertenece a un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$. Entonces, el sentido ascendente extralógico de x en $\mathbb{C}$ es el ideal principal maximal generado por x en $\mathbb{C}$, es decir

$$\mathcal{SA}_{C\bar{\mathbb{R}}}(x) = \{y \in \mathbb{C} \mid y \vdash x \quad \text{y} \quad y \neq \square\}.$$

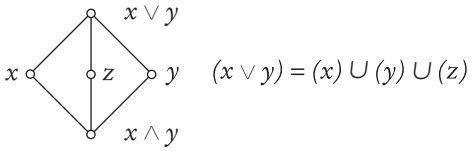
Comentario 1 El sentido ascendente extralógico de un elemento lógico de $\mathbb{C} = R$ es nulo. *Comentario 2* Si $\mathbb{C}$ no es una teoría lógica (en el sentido de que no incluye únicamente predicados lógicos, sino también predicados extralógicos), el sentido ascendente extralógico de todo constructo de $\mathbb{C}$ consiste en el conjunto de elementos matemáticos o fácticos. *Comentario 3* No se trata de quitar del camino de la deducción a las tautologías para hallar el sentido ascendente extralógico de un constructo: si se hiciera, la deducción no sería posible. Las tautologías se eliminan una vez que el proceso deductivo ya se ha completado. Se las considera parteras o catalizadores antes que ancestros de los constructos que nos interesan.

Ejemplo Considérese el más famoso –aunque no el mejor entendido– de todos los enunciados legales: la ley de la gravedad de Newton $N = \lceil F = \gamma mm'/r^2 \rceil$. En el contexto de la propia teoría de la gravedad de Newton, la ley es un axioma y, de tal modo, constituye su propio sentido ascendente. Pero en un contexto más amplio, tal como el de la teoría de la gravitación clásica, N se deriva de una ley mucho más general (la de Poisson), de la cual es un caso especial, a saber cuando la masa fuente m está concentrada en un punto. En este caso, la densidad de masa puede igualarse a $m\delta(r)/r^2$, donde δ es la delta de Dirac. El esqueleto de este árbol deductivo (es decir, si se descartan todos los auxiliares matemáticos) es este:



Sentido ascendente de $N = \{\nabla^2 U + 4\pi\gamma\rho = 0, \rho = m\delta(r) / r^2, F =_{df} -m' \nabla U, U = \gamma m / r, N\}$. (En realidad, cuando esto «se lee en términos fácticos», es decir después de haberlo enriquecido con los necesarios supuestos semánticos, es el sentido ascendente *fáctico* de la ley de la gravedad de Newton: véase la Sección 2.3.)

El siguiente paso deseable en el desarrollo de nuestra teoría sería establecer un cálculo de sentidos ascendentes que nos permitiera computar, por ejemplo, $\mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(x \wedge y)$ a partir de $\mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(x)$ y el $\mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(y)$. Con todo, no está claro cómo podría hacerse: no hay ninguna relación regular o legal entre los ideales principales de un retículo dado. En particular, no es el caso que, para elementos arbitrarios x, y de un retículo general R, $(x \vee y)$ sea igual o bien a $(x) \cup (y)$ o bien a $(x) \cap (y)$. Un sencillo contraejemplo es el que sigue:



Las únicas relaciones simples visibles entre los sentidos ascendentes se muestran en el

TEOREMA 4 Para dos constructos cualesquiera x, y en un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$,

(i) $\mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(x) = \mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(y)$ sii $x = y$

(ii) Si $x = y$, luego $\mathscr{A}_{\mathbb{C}}(x) \subseteq \mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(y)$.

2.2. El quid de un constructo fundamental

Apliquemos, ahora, las consideraciones anteriores a los constructos más importantes de una teoría bien organizada, a saber sus conceptos fundamentales (primitivos) y sus supuestos fundamentales (axiomas). Dado que cada uno de tales constructos no posee otra ascendencia lógica más que él mismo, cada uno es su propio sentido ascendente y, más aún, su propio quid. Más precisamente, tenemos el siguiente

COROLARIO 5.1 En una teoría axiomatizada, el quid de un axioma es el conjunto unitario constituido por el propio axioma; y el quid de un concepto primitivo es el conjunto de axiomas en el que se presenta ese concepto.

Ejemplo 1 En la mecánica de partículas clásica (tal como está axiomatizada en Bunge, 1967b), el quid del concepto primitivo M de masa está determinada conjuntamente por los siguientes postulados:

Axioma matemático M es una función aditiva que relaciona el conjunto P de las partículas con los números reales no negativos.

Axioma fáctico La segunda ley del movimiento de Newton.

A*xioma semántico* $M(p)$ representa la inercia de la partícula $p \in P$.

Ejemplo 2 El quid del concepto $\rhd$ de ascendencia biológica, primitivo en la teoría de la evolución tal como ha sido axiomatizada por Williams (1970), podría estar dado por los siguientes postulados:

Axioma matemático $\rhd$ es un ordenamiento parcial estricto del conjunto B (de organismos).

Axioma fáctico Para todo x de B: $\neg(x \rhd x)$.

A*xioma semántico* $\rhd \triangleq$ la relación de ascendencia biológica. (Vale decir, si x e y son individuos distintos en el conjunto B de organismos, entonces '$x \rhd y$' designa ⌈x es un ancestro de y⌉.

Finalmente, una importante salvedad. Dado que los axiomas independientes (es decir, los postulados que no son mutuamente interdeducibles) son objetos separados, tiene sentido hablar de sus quid separados, o sea de sí mismos. En algunos casos, también tiene sentido hablar de los quid de *conceptos* fundamentales distintos o primitivos. Por ejemplo, en un semirretículo intersección $\langle S, \leqslant, \wedge \rangle$, el quid de $\leqslant$ no se superpone con el de $\wedge$, puesto que estos dos conceptos no son solo mutuamente independientes sino también objeto de axiomas diferentes. Sin embargo, esta situación es excepcional: usualmente, un axioma contiene dos o más conceptos primitivos que se determinan unos a otros, de modo tal que se

hace imposible identificar sus quid individuales, aun cuando los conceptos mismos son distintos y no son interdefinibles. En otras palabras, en general, los conceptos mutuamente independientes no poseen quid disjuntos. Un ejemplo dejará claro lo anterior.

Supóngase que enriquecemos un semirretículo intersección con la operación unión ∨ para obtener el retículo $\langle S, \leqslant, \wedge \rangle$. Ahora bien, las dos operaciones, la intersección y la unión, se entrelazan de tal modo que ya no es posible desenredar sus quid distintos. Mejor aún: no poseen quid separados. En realidad, además de los axiomas distintos para ∧ y ∨, tales como los de asociatividad, ahora tenemos las típicas leyes de absorción

$$x \vee (x \vee y) = x, \qquad x \vee (x \wedge y) = x.$$

Todavía podemos *distinguir* los dos conceptos: las intersecciones preceden a las uniones. Pero no podemos *desenredar* sus sentidos individuales, dado que se superponen. En otras palabras, las operaciones de intersección y unión no tienen quid separados. Solo la *teoría* de ∧ y ∨ como totalidad –la teoría de retículos, por ejemplo– posee un quid determinado, a saber el conjunto de sus postulados.

Debido a que el quid de un constructo está incluido en su sentido ascendente pleno, el cual es parte, a su vez, del sentido pleno de un constructo, concluimos que *la unidad de sentido es el cuerpo íntegro de teorías en el que el constructo se presenta*. Un único enunciado jamás resulta suficiente y una única teoría resulta a menudo insuficiente, porque un concepto puede hacer cosas diferentes en lugares diferentes. A menos que se tenga en cuenta este punto, nuestra tesis de que el sentido ascendente está incluido en el sentido puede criticarse por medio de la exhibición de pretendidas consecuencias que son contraintuitivas (Castonguay, 1972). Así pues, tómese una teoría biológica *B* que contenga el supuesto de que todos los organismos contienen carbono. Si se olvida de dónde proviene el "carbono", a saber de la química, se establecerá que $\mathcal{SA}$("*carbono*") = {"organismos"}, lo cual es obviamente inadecuado. La fuerza de este argumento contra el sentido ascendente está en su propia debilidad, vale decir en que ignora que el concepto de carbono no queda completamente caracterizado por la teoría biológica *B*, la cual lo toma prestado de la química. Es esta última la que determina el quid (aunque no el sentido pleno) de "carbono" como un conjunto de enunciados que contiene, entre otros, la descripción definida "El elemento con número atómico 6". Nuestra perspectiva es que el sentido

pleno de "carbono" está determinado por la totalidad de las teorías que contienen este concepto. *B* es una de ellas y aporta solamente uno de los ingredientes genuinos del sentido de "carbono", a saber el enunciado de que el carbono es parte de la composición de todos los organismos. En conclusión, un análisis del significado de un constructo aislado está condenado a producir solo un resultado parcial y, por ende, engañoso.

A continuación, miraremos con mayor detalle el quid o punto esencial de las teorías.

2.3. El quid de una teoría

Ahora aplicaremos la Definición 5 de quid a una teoría o sistema hipotético-deductivo. Se trata de un conjunto cerrado de constructos muy especial: es un conjunto de enunciados vinculados por la relación de deducibilidad. (En términos algebraicos que aclararemos en la sección siguiente, una teoría es un subconjunto de un álgebra de Boole de enunciados, a saber aquel que no contiene el elemento nulo, pero sí contiene todos los siguientes de cualquier elemento dado, así como la intersección de dos elementos cualesquiera. Una teoría es, en resumen, un filtro propio de un álgebra de Boole de enunciados. Y una teoría consistente es un ultrafiltro, vale decir, un filtro propio tal que para todo elemento de un álgebra de Boole, o bien el elemento o bien su complemento está en el filtro, pero no ambos.)

Para determinar el quid de una teoría, lo mejor es axiomatizarla. En efecto, el proceso de rastrear la ascendencia lógica de una fórmula cualquiera de la teoría lleva a (y finaliza en) algunos o todos los enunciados iniciales de la teoría. Entre esos enunciados iniciales consideramos no solamente los axiomas específicos de la teoría, sino todas sus presuposiciones básicas, es decir todos los axiomas pertenecientes a diferentes contextos y utilizados en la teoría (como lemas, por ejemplo) sin ser cuestionados. Puede llamarse *trasfondo de la teoría* a la totalidad de esas presuposiciones básicas. Por ejemplo, la lógica ordinaria y porciones variables de la matemática pertenecen al trasfondo de toda teoría científica. Muchas teorías científicas presuponen, además de estas teorías formales, otras teorías científicas (más fundamentales). Por ejemplo, las teorías del estado sólido modernas presuponen la mecánica cuántica. En resumidas cuentas, la búsqueda del quid de una teoría no debe pasar por alto el trasfondo de la misma.

Las consideraciones anteriores justifican la

DEFINICIÓN 5.7 Sea T una teoría basada en un conjunto A de axiomas y en un trasfondo B. Llamemos L al conjunto de tautologías incluidas en A o en B. Luego,

(i) el *quid de T* es igual a $A \cup B$;
(ii) el *quid extralógico* de T es igual a $(A \cup B) - L$;
(iii) el *quid extralógico específico* de T es igual a A.

Una teoría tendrá un *sentido ascendente fáctico* únicamente en caso de que incluya fórmulas semánticas (en el sentido del Capítulo 3) que especifiquen a qué elementos fácticos se refieren los conceptos fundamentales de la teoría y qué características (si las hay) de los referentes se considera que esos conceptos representan (ya sea de manera exacta o no). Estos supuestos semánticos acompañan a otros dos conjuntos de axiomas en una teoría axiomatizada (Bunge, 1967d, 1967f, 1973a, 1973b). Uno de los conjuntos está constituido por las fórmulas fácticas básicas de la teoría, tales como las hipótesis acerca de la constitución, estructura y modo de cambio de los sistemas de interés. El otro conjunto de elementos básicos está formado por los supuestos referentes a la naturaleza matemática del concepto que aparece en los enunciados anteriores. En otras palabras, la base axiomática A de una teoría científica puede dividirse en los siguientes conjuntos:

M = *Los postulados matemáticos* (por ejemplo, diferenciabilidad de funciones)

F = *Las fórmulas fácticas básicas* (por ejemplo, enunciados legales)

S = *Las fórmulas semánticas* (reglas de designación y denotación y supuestos de representación).

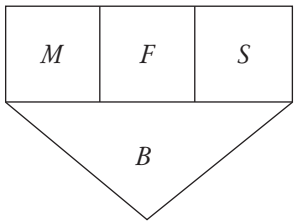


Figura 5.1. Los fundamentos de una teoría científica: el trasfondo B, los supuestos matemáticos M, las hipótesis fácticas F y las fórmulas semánticas S.

A primera vista, *F* es puramente fáctica, en tanto que *M* y *S* no son fácticas. Sin embargo, una fórmula tiene un sentido ascendente a condición de que se «lea a la luz» tanto de los postulados matemáticos como de los supuestos semánticos: de lo contrario, la fórmula carece de sentido desde el punto de vista matemático así como desde el punto de vista fáctico. Por consiguiente, es imposible distinguir un subconjunto *A* como constituyente del quid fáctico de *T*. Expresado de modo positivo, todos los axiomas no lógicos de una teoría constituyen su quid fáctico específico. Lo repetimos solemnemente:

DEFINICIÓN 5.8 Sea *T* una teoría con una base axiomática $A = M \cup F \cup S$, donde *M* es el conjunto de los axiomas matemáticos, *F* los supuestos fácticos específicos y *S* las fórmulas semánticas de *T*. Luego,

(i) el *quid matemático específico* de *T* es igual a $M \cup F$;

(ii) el *quid fáctico específico* de *T* es igual a $M \cup F \cup S$, es decir el quid extralógico específico de *T* o, en forma resumida, la totalidad de *A*.

No se trata de ninguna concesión al holismo semántico. No sostenemos que el sentido ascendente fáctico de una teoría sea imposible de analizar, sino que es el resultado de combinar tres reactivos diferentes: postulados matemáticos, hipótesis fácticas y fórmulas semánticas. Podemos distinguir estos ingredientes, pero no separarlos: *M* es inútil sin *F*, *F* carece de significado si faltan *M* o *S* y *S* no tiene objeto sin *F*. Los tres componentes están tan unidos y son tan distinguibles como los lados de un triángulo.

2.4. Cambios de quid

La década de 1960 fue testigo de un sinnúmero de vehementes disputas acerca de los cambios de significado que conllevaban las revoluciones científicas. Lamentablemente, al respecto hubo más ruido que luz, puesto que esos debates no estuvieron precedidos por una dilucidación de lo que, correctamente, se consideraba que cambiaba: el significado. Veamos si podemos hacerlo mejor con ayuda de las herramientas forjadas en la Sección 2.3. (Una indagación más completa de la cuestión tendrá que esperar al Capítulo 7, Sección 3.3.)

Nuestras Definiciones 7 y 8 ofrecen una manera sencilla de dilucidar el concepto de cambio de uno de los componentes del significado, a sa-

ber el sentido ascendente esencial o quid o punto esencial. Veamos cómo funciona en un caso simple antes de pasar a una definición general.

La estructura algebraica más sencilla es un conjunto S con una operación binaria $\circ$ en S. Esta estructura, llamada *grupoide*, puede caracterizarse mediante un solo axioma:

$A = \lceil \circ$ es una operación binaria en el conjunto $S \rfloor$.

Añadamos, a continuación, la condición de que $\circ$ sea asociativa. La estructura resultante se llama *semigrupo*. Los axiomas de la teoría de semigrupos son el enunciado anterior A y

$B = \lceil \circ$ es asociativa en $S \rfloor$.

En consecuencia, por la Definición 7, el quid extralógico específico de la teoría de semigrupos es $\{A, B\}$. La única diferencia entre esta teoría y la teoría de grupoides radica en el postulado adicional B. Vale decir,

δ (Teoría de semigrupos, Teoría de grupoides) = $\{A, B\} - \{A\} = \{B\}$

La generalización se sugiere por sí misma: la diferencia de sentido ascendente esencial (quid) entre dos teorías, radica en los axiomas que no comparten. De manera más explícita, proponemos la

DEFINICIÓN 5.9 Sean T y T' dos teorías no lógicas con bases axiomáticas A y A' respectivamente. Luego, la *diferencia de quid extralógico específico* entre T y T' es igual a la diferencia simétrica entre A y A':

$$\delta (T, T') = A \Delta A' \equiv A' \cup A' - A.$$

En ocasiones se da el caso de que dos teorías científicas comparten un formalismo matemático, pero lo interpretan de manera diferente: o sea, tienen iguales M y F, pero diferente S. A veces, esta diferencia semántica se debe a una diferencia en los referentes. Otras veces, los referentes son los mismos, pero se supone que los predicados representan diferentes características de sus referentes. Un ejemplo del primer tipo de diferencia semántica lo proveen las teorías del contagio y la difusión de rumores. Un ejemplo del segundo tipo de diferencia semántica es la diversidad

de interpretaciones rivales de la mecánica cuántica. En cualquiera de estos casos, la diferencia se encuentra en las fórmulas semánticas de la teoría. Más precisamente, tenemos la

DEFINICIÓN 5.10 Sean T y T' dos teorías no lógicas con el mismo quid matemático, pero diferentes conjuntos S y S' de fórmulas semánticas respectivamente. Luego, la *diferencia de quid fáctico específico* entre T y T' es igual a la diferencia simétrica entre S y S':

$$\delta (T, T') = S \Delta S'.$$

Desde el punto de vista semántico, no importa si T y T' son coexistentes o sucesivas. Tampoco es indispensable axiomatizar la teoría de interés, para utilizar el concepto de cambio de quid. La axiomatización solo es necesaria para determinar la cantidad precisa de cambio de sentido ascendente esencial o quid.

Abordaremos el problema de los cambios de sentido pleno tanto como de referencia, es decir la cuestión del cambio de significado, en el Capítulo 7, Sección 3.3. Ahora hemos de atender al dual del sentido ascendente, a saber el sentido descendente, que es el otro componente del sentido. (Dado que los constructos que derivan de la misma fuente poseen el mismo sentido ascendente, si han de diferir en algo, tienen que diferir en sentido descendente.)

3. El sentido como sentido descendente o descendencia lógica

3.1. La descendencia lógica de un constructo

En la Sección 1 caracterizamos el sentido descendente de un constructo como su progenie lógica. Puesto que el concepto de filtro nos permitirá dilucidar la noción de descendencia lógica, podemos echar un vistazo a los filtros también. Podemos hacerlo rápidamente, porque un filtro es el dual de un ideal, un personaje que ya conocimos en la Sección 1.2.

En la Sección 1.1, aprendimos que todo conjunto cerrado de constructos es un álgebra de Boole B y, con mayor razón, un retículo. Cuando rastreamos los siguientes de un elemento (predicado o enunciado) en un re-

tículo, deseamos evitar la sorpresa de acabar en el elemento nulo, ya que este supone una catástrofe, de modo semejante a como la unidad supone una trivialidad. Para deshacernos de □ tomamos determinado subconjunto de *B* conocido como filtro propio. Pero primero la noción general.

Un filtro de un retículo *R* es aquel subconjunto *F* de *R* que contiene todos los siguientes de un elemento dado cualquiera de *R*, así como las intersecciones de dos elementos cualesquiera de *F*. Más precisamente,

Si *R* es un retículo, entonces *F* es un filtro de *R* sii *F* es un subconjunto no vacío de *R* que satisface las condiciones siguientes:

*F*1 Para todo $x \in F$ e $y \in R$, si $x \leq y$, entonces $y \in F$.
*F*2 Para todo $x, y \in F$, $x \wedge y \in F$.

Si en *F* falta el elemento nulo, el filtro se llama propio. Puesto que nuestros retículos de constructos son booleanos, nuestros filtros son más que propios: son ultrafiltros. En otras palabras, un filtro propio *F* de un álgebra de Boole *B* se llama ultrafiltro si, para cada $x \in B$, o bien *x* o bien su complemento $\bar{x}$ pertenece a *F*, pero no ambos.

Nuestros conjuntos de constructos cerrados son ultrafiltros a condición de que eliminemos de ellos el constructo nulo. Esto bastará para garantizar que sean consistentes, porque, si *x* pertenece a *F*, entonces $\bar{x}$ quedará automáticamente excluido de *F*, a consecuencia de lo cual $x \wedge \bar{x}$ también quedará eliminado.

En forma resumida, tenemos el siguiente

LEMA Un conjunto cerrado de constructos es *consistente* sii es un ultrafiltro.

Finalmente, un filtro puede dividirse en dos filtros parciales (subfiltros). Todo miembro del retículo base genera su propia familia, que constituye el filtro privado de ese elemento. Formalmente:

Para todo elemento *x* de un retículo *R*, el conjunto $\{y \in R \mid x \leqslant y\}$ se llama filtro principal generado por *x*. En símbolos: $)x(_R$.

Dado que en el caso de los constructos, la relación de ordenamiento es la de implicación, para nuestros propósitos, necesitamos la

DEFINICIÓN 5.11 Sea *x* en un conjunto cerrado $\mathbb{C}$ de constructos. Luego, la *descendencia* lógica de *x* en $\mathbb{C}$ es el filtro principal generado por *x* en:

$)x(_{\mathbb{C}} = \{y \in \mathbb{C} \mid x \vdash y\}$.

La descendencia o progenie de un constructo no tautológico depende del contexto en el cual este se presenta. (Dado que desde el punto de vista de la deducción, las tautologías son estériles, estas no poseen descendencia.)

No debería sorprendernos la manera en que estos conceptos, tomados del álgebra de la lógica, se aprovecharán para propósitos semánticos.

3.2. Sentido descendente

Ahora estamos en condiciones de dilucidar la idea de que el sentido descendente de un constructo es la colección de constructos que genera o «contiene»:

DEFINICIÓN 5.12 El *sentido descendente* de un constructo x en un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$ es igual a la descendencia lógica del primero, es decir al filtro principal que aquel genera:

$$\mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(x) =)x(_{\mathbb{C}} = \{y \in \mathbb{C} \mid x \vdash y\}.$$

Ejemplo 1 El sentido descendente de una tautología es nulo. *Ejemplo 2* Considérese que la identidad está definida por la ley de Leibniz. Luego, el sentido descendente de "=" incluye la reflexividad, simetría y transitividad de "=". (Esto hubiera dejado perplejo a Austin, quien consideraba que "igual" [*same*] carecía de sentido positivo. Pero es excusable: ni Wittgenstein ni sus seguidores tuvieron una teoría del significado.) *Ejemplo 3* El sentido descendente de la ley de las cuerdas vibrantes incluye el principio de superposición (⌈La superposición de dos oscilaciones cualesquiera es una tercera oscilación⌉).

Si resulta que $\mathbb{C}$ es un conjunto cerrado de constructos *consistente*, vale decir en el que no hay contradicciones, el sentido descendente de un constructo x en $\mathbb{C}$ será el *ultra*filtro principal generado por x en $\mathbb{C}$. Puesto que los filtros son los duales de los ideales y los ultrafiltros son los duales de los ideales maximales, vemos que el sentido ascendente y el sentido descendente son el dual el uno del otro, por lo que, antes que rivales, son mutuamente complementarios. (Más sobre esto en la Sección 4.)

Sería agradable –pero parece quimérico– obtener relaciones generales entre los filtros principales generados por constructos arbitrarios en un conjunto cerrado de constructos, de tal modo de computar, por ejemplo, el sentido descendente de la conjunción de dos enunciados a partir de sus sentidos descendentes individuales. Ya nos encontramos con un obstáculo similar en la Sección 2.1, con referencia a los ideales principales. Encontramos una estructura algebraica definida únicamente en cada descendencia de un constructo dado, así como en el contexto total. La única afirmación sencilla que podemos hacer acerca de las relaciones de sentido descendente entre dos constructos es el dual del Teorema 4, a saber

TEOREMA 5.5 Para dos constructos x, y en un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$,

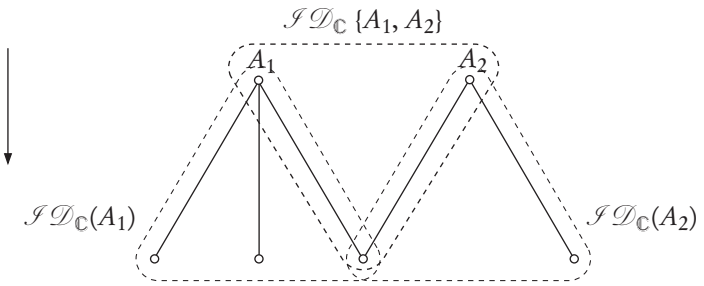
(i) $\mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(x) = \mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(y)$ sii $x = y$;

(ii) Si $x \vdash y$, luego $\mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(x) \supseteq \mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(y)$.

En cambio, resulta posible y ventajoso extender el concepto de sentido descendente tanto a los constructos como a sus conjunciones. Sea $\mathbb{C}_0$ un subconjunto de un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$. Por lo general, habrá diversos filtros que contengan a $\mathbb{C}_0$. Y la intersección de todo conjunto no vacío de filtros es un filtro, a condición de que no sea vacía. Se trata, desde luego, del menor filtro que contiene a $\mathbb{C}_0$ y, por esta razón, se llama *menor filtro generado* por $\mathbb{C}_0$. Consecuentemente, estipulamos la

DEFINICIÓN 5.13 Sea $\mathbb{C}_0$ un subconjunto de un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$. Luego, el *sentido descendente minimal* de $\mathbb{C}_0$ es igual al menor filtro generado por $\mathbb{C}_0$ en $\mathbb{C}$.

Ejemplo Sea $\mathbb{C}$ una teoría y $\mathbb{C}_0$ algunos de sus axiomas. Luego, $\mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(\mathbb{C}_0)$ es la menor colección de teoremas (lo que incluye a $\mathbb{C}_0$) implicados por $\mathbb{C}_0$. Obsérvese la figura:



Obtendremos un concepto semántico mucho más interesante si consideramos la descendencia de una colección de axiomas tomados en conjunto. Veámoslo.

3.3. Contenido de una teoría

Considérese una teoría científica T fundada en el conjunto $\{A_1, A_2, \ldots, A_m\}$ de axiomas específicos, así como en el trasfondo $\{B_1, B_2, \ldots, B_n\}$ de presuposiciones. Este último incluye, entre otras, todas las teorías matemáticas que subyacen a T. Combinemos todos estos supuestos iniciales y examinemos su sentido descendente. Llamemos a

$$A = A_1 \,\&\, A_2 \,\&\ldots\, \&\, A_m,\ B = B_1 \,\&\, B_2 \,\&\ldots\, B_m.$$

El sentido descendente de $A \,\&\, B$ es, desde luego, la descendencia de $A \,\&\, B$. Una parte de este sentido descendente es puramente lógica: consiste en el conjunto L de tautologías incluidas en B o implicadas por $A \,\&\, B$. Si quitamos esta parte L, nos queda el sentido descendente extralógico, o *contenido*, de la base axiomática $A \,\&\, B$. De manera más explícita, hacemos $B = B_1 \,\&\, B_2 \,\&\ldots\, \&\, B_n$.

DEFINICIÓN 5.14 Sea T una teoría fundada en una conjunción A de axiomas y otra conjunción B de presuposiciones y llámese L al conjunto de tautologías de B o de la descendencia de $A \,\&\, B$. Luego,

(i) el *sentido descendente* de la base axiomática $A \,\&\, B$ es igual al filtro principal generado por $A \,\&\, B$, vale decir

$$\mathscr{SD}(A \,\&\, B) =$$

(ii) el *contenido*, o *sentido descendente extralógico*, de la base axiomática $A \,\&\, B$ es igual al complemento del sentido ascendente de $A \,\&\, B$ relativo a L:

$$\mathscr{C}(A \,\&\, B) = \mathscr{SD}(A \,\&\, B) - L.$$

El entrar en algunos detalles de la composición de una teoría científica nos permitirá capturar el elusivo concepto de contenido de una teoría.

Tal como puede recordarse de la Sección 2.3, en las ciencias fácticas, la base axiomática de una teoría se compone de (*a*) axiomas puramente matemáticos *M*, (*b*) premisas fácticas específicas (tales como enunciados legales e hipótesis subsidiarias) *F*, expresadas en los términos caracterizados por *M* y (*c*) fórmulas semánticas *S*. ¿Es posible aislar de sus ingredientes matemáticos el contenido fáctico de estos supuestos fundamentales? No, porque los componentes fácticos no pueden siquiera ser enunciados y mucho menos procesados e interpretados aisladamente respecto de los otros dos. Lo que puede separarse claramente es el contenido matemático de los supuestos iniciales, lo cual se hace, sencillamente, mediante la eliminación de los axiomas semánticos *S* y la identificación de la descendencia de las premisas restantes. Todo esto está resumido en la

DEFINICIÓN 5.15 Sea *T* una teoría con trasfondo *B*, supuestos matemáticos *M*, supuestos fácticos *F* y fórmulas semánticas *S*, donde *B*, *M*, *F* se consideran conjuntamente. Luego,

(i) el *contenido matemático* de la base axiomática *A* & *B*, o *formalismo* de la teoría *T*, es igual a la descendencia de *B* & *M* & *F* con exclusión de *L*, es decir

$$\mathscr{C}_M(A \,\&\, B) = \mathscr{SD}(B \,\&\, M \,\&\, F) - L;$$

(ii) el *sentido descendente fáctico* de la base axiomática, o *contenido fáctico* de la teoría *T*, es igual a la descendencia de *B* & *M* & *F* & *S* con exclusión de *L*, vale decir

$$\mathscr{C}_F(A \,\&\, B) = \mathscr{SD}(B \,\&\, M \,\&\, F \,\&\, S) - L.$$

Vale decir, el contenido fáctico de una teoría científica coincide con el sentido descendente fáctico de su base axiomática, el cual, a su vez, es idéntico a su sentido descendente extralógico. En otras palabras, en tanto que las teorías científicas poseen formalismos matemáticos separables y, por ende, transportables, su contenido fáctico no puede separarse del formalismo. (Con mayor razón, no tienen contenido puramente empírico u observacional.) En las ciencias fácticas, el sentido descendente extralógico de la base axiomática de una teoría es tanto matemático como fáctico.

Adviértase que la noción de contenido, si bien dependiente del concepto metalógico de deducibilidad, es independiente del concepto semántico de verdad de hecho. En consecuencia, una teoría con un contenido rico bien puede mostrarse falsa, en tanto que una teoría más modesta puede resultar aproximadamente verdadera. Por consiguiente, y con permiso de Popper (1966), el grado de verdad de una teoría no puede medirse por su contenido. Si esto fuera posible, no sería necesaria ninguna auténtica comprobación empírica de su verdad: un análisis semántico de la teoría determinaría su valor de verdad.

Cerramos advirtiendo una posible aplicación de las ideas anteriores a la teoría de modelos. De manera intuitiva, cuanto más rica sea una teoría abstracta (un «lenguaje formalizado»), menor número de modelos tendrá. Así pues, hay menos ejemplos de semigrupo con elemento unidad que ejemplos de semigrupo. Esto sugiere la introducción de un concepto comparativo de versatilidad de teorías, o de su dual, la rigidez, a saber:

DEFINICIÓN 5.16 Sean T y T' dos teorías abstractas con contenidos matemáticos comparables $\mathscr{C}(T)$ y $\mathscr{C}(T')$ respectivamente. Luego, T es *más versátil* (o *menos rígida*) que T' sii $\mathscr{C}(T) \subseteq \mathscr{C}T'$).

3.4. Contenido empírico y fáctico

Las diversas filosofías de la ciencia pueden considerarse como puntos de vista diferentes acerca del contenido de las teorías científicas, es decir como diferentes semánticas de la ciencia. He aquí, en formato telegráfico, una muestra de las más interesantes de estas concepciones:

(1) *Convencionalismo* Las teorías científicas son instrumentos útiles para el procesamiento de la experiencia (o la sistematización de las apariencias). No poseen contenido ni fáctico ni empírico: $\mathscr{C}_F(T) = \mathscr{C}_E(T) = \varnothing$.

(2) *Positivismo* Las teorías científicas son resúmenes económicos y articulaciones de datos. Únicamente poseen contenido empírico (observacional, operacional): $\mathscr{C}(T) = \mathrm{C}_E(T)$.

(3) *Positivismo moderado* (concepción estándar) Las teorías científicas son sistematizaciones de la experiencia generada por dispositivos heurísticos, vale decir los llamados términos teóricos, los cuales no poseen ninguna función representativa. Parte del contenido (nuestro "sen-

tido descendente") de un enunciado *s* perteneciente a una teoría científica es observacional (empírico, fenoménico), a condición de que *s* esté vinculada a elementos observacionales por medio de reglas de correspondencia: $\mathscr{C}_E(s) \subseteq \mathscr{C}_F(s)$.

(4) *Realismo empírico* Los constructos teóricos pueden referirse a inobservables, aun cuando su significado esté dado por las relaciones establecidas dentro de la teoría entre los constructos y los enunciados observacionales desarrollados con el vocabulario observacional de la teoría. Todo enunciado científico *s* posee tanto contenido empírico como contenido fáctico (su «significado excedente»): $\mathscr{C}(s) = \mathscr{C}_E(s) \cup \mathscr{C}_F(s)$.

De estas cuatro concepciones, la más cercana a nuestro punto de vista es la última, de acuerdo con la cual las hipótesis científicas tienen «un significado excedente en contraste con su base probatoria» (Feigl, 1950). [Para desarrollos, véase Rozeboom (1962, 1970). Para críticas, véase Hempel (1950) y Nagel (1950).] Si bien este realismo tímido es preferible a las formas previas del empirismo, no resulta completamente satisfactorio: mantener el mito del vocabulario observacional que pertenece a todas las teorías y es la fuente del significado del vocabulario teórico violenta las teorías científicas, cuyos conceptos son todos teóricos. Más aún, ello tiene la fatal consecuencia de que se hace imposible determinar acerca de qué trata la teoría exactamente: la referencia se torna indeterminada (Rozeboom 1962, 1970). En lugar de tolerar esta incertidumbre acerca de la referencia, como preconiza Rozeboom, la consideraremos suficiente para descalificar la teoría: la indeterminación de la referencia no solo contribuye a la indeterminación del significado, sino que torna imposibles las comprobaciones empíricas. O bien nos retiramos al empirismo no diluido o bien nos trasformarnos totalmente en realistas. Puesto que la primera alternativa ha demostrado ser un fracaso, intentaremos la segunda.

Sostenemos que ninguna teoría científica podría abarcar sus propias pruebas empíricas y que únicamente las teorías acerca de organismos sensibles pueden tener contenido empírico. Las razones para negar que las pruebas empíricas pertinentes en relación con una teoría sean parte de su contenido ya han sido expuestas en detalle en otro sitio (Bunge, 1967a, 1969, 1973b). Aquí, ofreceremos un resumen de ellas. En primer lugar, el cómputo de una predicción con ayuda de una teoría requiere de supuestos teóricos adicionales (por ejemplo, acerca de la particular composición o estructura del referente), así como de datos empíricos, y

ninguno de ellos puede encontrarse en una teoría, a menos que se trate de una sistematización ad hoc de datos. (Si los supuestos especiales ya estuvieran incluidos en la teoría, entonces esta sería inaplicable a otros problemas. Y si los datos fueran parte de la teoría, las observaciones resultarían redundantes.) En segundo lugar, la producción de datos empíricos que pudieran servir como prueba a favor o en contra de una teoría exige la cooperación de teorías auxiliares utilizadas en el diseño e interpretación de las operaciones empíricas, vale decir las pruebas empíricas no podrían haberse predicho sobre la base de la teoría sustantiva únicamente. Si una teoría científica tuviera contenido empírico, este contenido no consistiría en prueba empírica alguna, sino en enunciados acerca de un sector de la experiencia humana, tal como el aprendizaje o el trabajo, considerada como un elemento externo. (Más sobre esto en unos momentos.) Estas son algunas de las razones para adoptar una semántica realista.

De las otras tres concepciones esbozadas previamente, el convencionalismo es insostenible, aunque solo fuera porque torna completamente ociosas tanto la puesta a prueba empírica como la búsqueda de teorías más verdaderas y profundas. La segunda perspectiva, el positivismo sin diluir, todavía está difundida en el ámbito científico, pero fue desacreditada por los filósofos hace ya mucho tiempo, por lo que no es necesario detenernos en ella. (Lo que no supone menospreciar el catecismo para conversión de infieles.) Únicamente la tercera concepción, a la que hemos llamado positivismo *moderado*, todavía está viva y es influyente, aunque en declinación. Es, también, la única concepción que ha sido expuesta y examinada en detalle (Carnap, 1956, 1963a, 1963b, 1966; Hempel, 1958; Braitwhite, 1959, 1962; Wojcicki, 1966; Przelecki, 1969; etc.). El modo en que esta doctrina maneja los conceptos de contenido empírico u observacional es, grosso modo, el que sigue.

Antes que nada, la concepción estándar supone que toda teoría científica contiene no solo términos teóricos, tales como 'temperatura', sino también términos observacionales o fenoménicos, tales como 'caliente'. Segundo, supone que únicamente los términos teóricos son objeto de los enunciados teóricos Θ de la teoría. Estos enunciados son interpretados, aunque solo en parte, por referencia a los términos observacionales: esta interpretación se realiza mediante las llamadas «reglas de correspondencia» C de la teoría. Tercero, el contenido de un enunciado es, grosso modo, lo que aquí hemos llamado su sentido descendente. Y el conteni-

do observacional, (o empírico) de un enunciado *s* se define como la clase de todos los enunciados no lógicamente verdaderos implicados por *s*, vale decir el conjunto de todas las consecuencias de *s* que contienen términos observacionales, pero no contienen términos teóricos. En particular, el contenido observacional de *s* relativo a una teoría compuesta de enunciados teóricos Θ y reglas de correspondencia *C* (ambos conjuntos tomados de manera conjuntiva), es el contenido observacional de $s \,\&\, \theta \,\&\, C$. [Para una breve y lúcida exposición, véase Carnap (1963b). Para los detalles, cf. Suppe (1971). Para la supuesta definibilidad de los términos teóricos como funciones de los términos empíricos: Carnap (1961, 1966).]

El problema fundamental de esta concepción es, desde luego, que descansa sobre el supuesto indiscutido de que toda teoría científica contiene términos observacionales o fenoménicos tales como 'caliente', 'azul' y 'áspero'. En realidad, las teorías contienen únicamente términos teóricos y no se interpreta estos términos por intermedio de qualia, sino de cosas reales supuestas (por ejemplo, los genes) y de sus propiedades (por ejemplo, la frecuencia de mutación de un gen dado). Los supuestos semánticos de una teoría bien construida, no son relaciones concepto-concepto, en las cuales uno de los miembros de la pareja es un elemento experiencial: son correspondencias concepto-hecho (Capítulo 3, Sección 4.1). Ahora bien, si no hay conceptos puramente observacionales y, por ende, no analizados, entonces no resta ningún contenido observacional (o fenoménico u operacional o empírico). Y puesto que (a diferencia de Feigl) Carnap, Hempel y Braitwhite no hacen sitio a la referencia fáctica, no queda ningún contenido en absoluto.

Esta indeliberada catástrofe podría haberse evitado si se hubiera analizado alguna teoría científica auténtica, a la luz de la semántica estándar, y si la búsqueda del Santo Grial de la «base» empírica de la ciencia se hubiese abandonado a tiempo. Si, en cambio, las teorías se consideran representaciones parciales y simbólicas de la realidad, surge una semántica de la ciencia mucho más simple y realista. Todo concepto de una teoría es declarado *teórico* si es dilucidado por la teoría o se lo ha tomado prestado del trasfondo de la teoría. Y si el concepto posee una referencia fáctica, todo enunciado que contenga a ese concepto tiene un sentido fáctico. Los hechos aludidos o representados por el enunciado teórico no son aquellos a los que se refieren las pruebas empíricas. (De hecho, un enunciado concerniente a una prueba empírica está limitado a ítems observacionales, que a menudo están bajo control gracias al auxilio de instru-

mentos que pueden describirse con ayuda de diversas teorías.) Ninguna teoría científica se refiere a su propia puesta a prueba y mucho menos a los estados mentales del experimentador. Finalmente, el contenido fáctico de un enunciado de una teoría científica está determinado por los tres componentes fundamentales de la teoría: *M*, *F* y *S*. (Recuérdese la subsección anterior.)

De acuerdo con nuestra concepción, pues, todas las teorías científicas poseen contenido fáctico y ninguna de ellas incluye su propia «base» empírica o probatoria. Sin embargo, una teoría científica *puede* tener un contenido empírico, a condición de que la misma *trate* acerca de la experiencia. Este es el caso con la mayoría de las teorías (tal vez con todas ellas) de las ciencias del hombre. Al igual que todas las demás teorías científicas, las de la psicología, la sociología y la historia se refieren a hechos y, por lo tanto, tienen contenido fáctico (aun cuando este sea inexacto). Pero (*a*) desde el punto de vista gnoseológico, estos hechos son tratados como objetos externos, al mismo nivel gnoseológico que los hechos físicos, lo cual es necesario a los fines de la objetividad y (*b*) esas teorías no contienen ninguna referencia a sus propias comprobaciones empíricas, lo que por sí solo torna significativa la puesta a prueba. Por ejemplo, un modelo sobre la declinación de los imperios puede referirse a sentimientos y móviles (de los súbditos imperiales, no del historiador) y sus pruebas empíricas pueden consistir en documentos y pruebas materiales sacadas a la luz con avanzadas técnicas físicas, pero el modelo no tratará de esos medios para su propia validación o invalidación.

En resumidas cuentas, si *s* es un enunciado teórico, entonces el contenido fáctico de *s* es igual a su sentido descendente extralógico. Si *s* perteneciera a las ciencias naturales, su contenido empírico sería nulo. Pero si pertenece a las ciencias del hombre, entonces *s* tendrá un *contenido empírico* incluido en su contenido fáctico e independiente de toda prueba empírica pertinente respecto de *s*. Ninguna teoría tiene contenido observacional, experiencial o fenoménico: la experiencia se vive (*erlebt*),† no se modela a golpes hasta transformarla en teoría. Puede llamarse a esta concepción *semántica realista*. Se reduce a desplazar el centro de atención desde la experiencia (siempre subjetiva) al hecho y, por consiguiente, impide que caigamos en el subjetivismo. Sugiere que dejemos de perseguir

† En alemán en el original. Se trata del participio pasado de *erleben*: "experimentar", "tener vivencias". [*N. del T.*]

al fantasma del pretendido contenido observacional de las teorías, así como a sus fantasmas asistentes, las oraciones de Ramsey y la reducción de Craig.

Ahora que el operacionismo descansa bajo tierra, podemos permitirnos escribir un bonito epitafio sobre él. El difunto, aunque equivocado en los medios que utilizó, fue sincero en la persecución de un objetivo de valía: la erradicación de los inescrutables y la comprobabilidad de las hipótesis. Esto explica los numerosos seguidores que tuvo y aún tiene en la comunidad científica. Ahora, una causa tan noble puede defenderse de la siguiente manera: si bien los enunciados teóricos pueden carecer de sentido descendente empírico, deben de adquirirlo cuando se los combina con enunciados empíricos adecuados, pertinentes con respecto a los primeros. La manera en que esta estrategia puede ser llevada a la práctica puede ejemplificarse como sigue.

Considérese el esquema de enunciado

⌈Existe un campo gravitatorio en la región *x*⌉ (1)

que pertenece a alguna teoría de la gravedad. Si bien los campos no pueden observarse de manera directa, según el operacionismo, (1) *significa* que, si alguien coloca un cuerpo de prueba *y* en la región *x*, observará que *y* se mueve (cf. Carnap, 1936). Pero sabemos que se trata de una crasa mala interpretación de (1), el que se refiere únicamente a un campo, no a un cuerpo de prueba y mucho menos a un observador. Sin embargo, nuestra interpretación de la noción de sentido como sentido descendente sugiere la siguiente enmienda: conjugar (1) con

⌈Un cuerpo sobre el cual actúa un campo gravitatorio se acelera & *y* es un cuerpo observable & *y* está en *x* [sin importar si alguien lo ha puesto allí o no] & *z* está adecuadamente equipado para observar *y* & *z* observa *y*⌉. (2)

Este nuevo esquema de enunciado tiene un componente teórico, vale decir el primer miembro de la conjunción, que es un enunciado legal. Los restantes componentes de (2) son empíricos y, más aún, son pertinentes tanto para el componente teórico como para la fórmula original (1). Como consecuencia de este componente empírico, la conjunción (1) & (2) implicará enunciados observacionales y, por consiguiente, tendrá

sentido descendente empírico. Parte de este sentido descendente empírico, será

⌈*z* observa que *y* se mueve⌉, (3)

el cual, de hecho, es implicado por (1) & (2). En pocas palabras, aunque el enunciado «operacionalmente significativo» (3) no se encuentra en el sentido descendente del enunciado teórico original (1), está en el sentido descendente de la conjunción de este con otros elementos, algunos de los cuales son empíricos. Lo que es válido para un solo enunciado, vale con mayor razón, para toda una teoría. Es decir, toda teoría científica sustantiva puede ser enriquecida con otros enunciados, al menos algunos de ellos empíricos, para producir consecuencias observacionales y, de tal modo, ser preparada para las comprobaciones observacionales. De tal modo, el objetivo del operacionismo, a saber asegurar la comprobabilidad, queda a salvo sin tergiversar la naturaleza de las teorías científicas.

Requiescat in pace.

3.5. Cambios de sentido descendente y contenido

El contenido de una teoría está determinado por su base axiomática, pero nunca se los conoce en su totalidad. El contenido de una teoría queda fijo, sin embargo, una vez que se han adoptado sus axiomas. Más aún, el contenido es infinito, porque el conjunto de consecuencias lógicas de los axiomas es infinito. Y si la teoría involucra continuos, entonces su contenido es un infinito no numerable: los axiomas generan una descendencia incontable. En cambio, la parte conocida del contenido total de una teoría es, desde luego, finita y continúa desarrollándose mientras la teoría se mantiene viva, es decir en tanto que se demuestren más teoremas de esa teoría y se realicen nuevas aplicaciones de ella. Este es el caso, no solo de las teorías nuevas, sino también de las teorías viejas que aún se están fortaleciendo, como la mecánica clásica. En ambos casos hay desarrollo, si bien los ritmos y los mecanismos de desarrollo no son los mismos.

El desarrollo de conocimiento, así como sus mecanismos de desarrollo, internos y externos, constituyen una materia fascinante; quedan, empero, fuera del ámbito de la semántica: son objeto de estudio de la fi-

losofía, la historia, la psicología y la sociología de la ciencia. Lo que el semantista puede hacer en relación con ellos es comparar el sentido descendente de bases axiomáticas alternativas, sean sucesivas, sean contemporáneas. De esta manera, puede ayudar a otros estudiosos aportando medidas de las diferencias netas de sentido descendente o de contenido, de las cuales puede interpretarse que acompañan el reemplazo de una teoría por otra que goza del favor de la comunidad científica. La Definición 15 nos ayudará a idear esa medida del cambio de teorías científicas.

De acuerdo con la Definición 15, el contenido fáctico de una teoría científica es igual al total general de sus fórmulas no lógicas. Por consiguiente, la diferencia de contenido entre dos teorías se reduce a aquellas fórmulas no lógicas que no comparten. Más precisamente, introducimos la

DEFINICIÓN 5.17 Sean T y T' dos teorías científicas con trasfondos B y B', supuestos matemáticos M y M', supuestos fácticos F y F' y supuestos semánticos S y S' respectivamente. Luego, la diferencia de contenido fáctico entre T y T' es igual a la diferencia simétrica de sus contenidos fácticos:

$$\delta(T, T') = \mathscr{D}(B \,\&\, M \,\&\, F \,\&\, S)\, \Delta\, \mathscr{D}(B' \,\&\, M' \,\&\, F' \,\&\, S') - L.$$

Puesto que T y T' son conjuntos infinitos, sus diferencias pueden revelarse infinitas también. En cambio, las diferencias de quid introducidas en la Sección 2.4 (Definiciones 9 y 10) parecen más manejables porque conciernen únicamente a las bases axiomáticas. Con todo, esta mayor simplicidad de la diferencia de quid no la hace más adecuada como medida de la diferencia de sentido. A decir verdad, dado que, por lo general, una teoría pude axiomatizarse de maneras alternativas, los quid de dos axiomatizaciones diferentes de un cuerpo de conocimiento dado seguramente diferirán, aun cuando el contenido total de la teoría permanezca inalterado ante las diferentes configuraciones axiomáticas. Obviamente, necesitamos ambas medidas. Y ninguna de ellas es necesaria para fines prácticos, tales como recompensar al científico que consiga producir la más rica de dos teorías rivales. Los supuestos, definiciones y teoremas de nuestra semántica solo resultan útiles para el modesto propósito de dilucidar algunas ideas metacientíficas interesantes. (Regresaremos al significado en el Capítulo 7.)

4. Sentido pleno

En el capítulo anterior estudiamos el contenido o interior de un constructo, separado de su exterior o extensión y sin hacer caso de su lugar en un cuerpo de conocimientos. El correspondiente concepto de sentido, vale decir el de intensión, es el que conviene a los constructos que, sin estar completamente aislados, no pertenecen a ningún sistema o contexto cerrado determinado.

En este capítulo nos hemos centrado en constructos sistémicos y hemos distinguido dos componentes de su sentido: el sentido ascendente y el sentido descendente. Los sentidos ascendente y descendente de un constructo no son, por cierto, externos a él, pero tampoco son estrictamente internos: son esencialmente dependientes del contexto. Un contexto cerrado C puede representarse como un árbol orientado de arriba hacia abajo. A un nodo o punto de ramificación arbitrario x de C, es decir a un predicado sistémico (o una proposición sistémica) se le asignan dos componentes de sentido básicos. Uno de ellos es el sentido ascendente [*purport*] $\mathscr{SA}_{\mathrm{C}}(x)$, el cual es igual al ideal principal generado por x en C. El otro componente es el sentido descendente [*import*], $\mathscr{SD}_{\mathrm{C}}(x)$, igual al filtro principal generado por x en C. Ver la Figura 5.2.

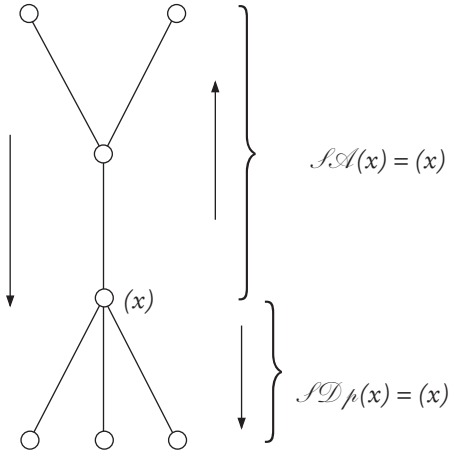


Figura 5.2. Un fragmento de un sistema conceptual. Los dos componentes del sentido de un constructo x en el sistema: el sentido ascendente, $\mathscr{SA}_{\mathrm{C}}(x)$, y el sentido descendente $\mathscr{SD}_{\mathrm{C}}(x)$.

El sentido de un constructo en un contexto cerrado no tiene otros componentes que su sentido ascendente y su sentido descendente. Puesto que ambos son conjuntos, o pueden considerarse tales, podemos construir su unión. Parece natural, pues, considerar esta unión como el sentido pleno del constructo de interés. De manera más precisa, ofrecemos la

DEFINICIÓN 5.18 Sea x un constructo en un contexto cerrado de constructos $\mathbb{C}$. Luego, el sentido pleno de x en $\mathbb{C}$ es la unión del sentido ascendente y el sentido descendente de x en $\mathbb{C}$.

$$\mathscr{S}_{\mathbb{C}}(x) = x\ \mathscr{SA}_{\mathbb{C}}(x) \cup \mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(x) = (x) \cup)x($$

Esta descomposición del sentido total de un constructo está en consonancia con la práctica científica de considerar que los significados son o bien supuestos o bien derivados. De tal modo, si se *supone* que los valores de cierta función X de tiempo represente posiciones (o concentraciones o densidades poblacionales), luego puede *inferirse* que el valor de su derivada temporal $\dot{X}$ en $t = 0$ represente la velocidad inicial (o el ritmo de cambio de la concentración o la densidad poblacional). Por este motivo, solo es necesario asignar un sentido fáctico mediante fórmulas semánticas a los primitivos fácticos de una teoría: los constructos derivados (definidos o demostrados) obtienen su significado de la fuente, es decir de la base axiomática. En otras palabras, en una teoría científica, *el sentido fluye hacia abajo*, de los supuestos a las consecuencias y no hacia arriba, como pretende la doctrina positivista.

Dado que de cualquier proposición se sigue una tautología y que esta implica todas las demás tautologías de una lógica dada, el sentido pleno de un constructo tautológico en un contexto es igual a la totalidad de las proposiciones que hay en él, más la lógica subyacente. De modo semejante, todas las contradicciones son interdeducibles, por lo que el sentido de cualquiera de ellas incluye a todas las demás y, puesto que una contradicción implica cualquier cosa, su sentido es la totalidad de las proposiciones del contexto. Vale decir, hemos demostrado el

COROLARIO 5.2 Sea t un constructo analítico perteneciente a la lógica L que subyace a un contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D \rangle$. Luego,

(i) $\mathscr{S}_{\mathbb{C}}(t) = S \cup L$.
(ii) $\mathscr{S}_{\mathbb{C}}(\neg t) = S$.

En un contexto estrictamente lógico, es decir para $S = L$, el sentido de una tautología es igual a la lógica misma. En otras palabras, las «verdades» lógicas nada «dicen» cuando se las confina a teorías lógicas y «dicen» demasiado –a decir verdad, lo dicen todo– cuando están asociadas a cuerpos de conocimiento extralógicos.

Puesto que una proposición arbitraria implica todas las tautologías, cae dentro de los extremos de sentido mínimo y máximo:

COROLARIO 5.3 Sea p un enunciado perteneciente a un contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$, con una lógica subyacente L. Luego,

$$L \subseteq \mathscr{S}_{\mathbb{C}}(p) \subseteq S \cup L.$$

Para obtener el sentido extralógico (en particular, fáctico) de una proposición, tenemos que sustraer L al sentido pleno:

DEFINICIÓN 5.19 Sea p una proposición perteneciente a un contexto $\mathbb{C} = \langle S, \mathbb{P}, D\rangle$, con una lógica subyacente L. Luego, el sentido extralógico de p en $\mathbb{C}$ es

$$\mathscr{S}_{\mathbb{C}\bar{L}}(p) \subseteq \mathscr{S}_{\mathbb{C}}(p) - L.$$

Si conocemos los sentidos plenos de dos constructos, podemos averiguar si son comparables y, si lo son, cuál contiene a cuál. De tal modo, el sentido de "río" está incluido en "río de montaña": este último es el más rico de los dos. En general, tenemos la

DEFINICIÓN 5.20 De dos constructos con sentidos comparables, el *más rico* (o *más complejo*) es el que incluye al otro:

Si c y c' pertenecen a $\mathbb{C}$, entonces c es *más rico* que $c' =_{df} \mathscr{S}_{\mathbb{C}}(c) \supseteq \mathscr{S}_{\mathbb{C}}(c')$.

El más rico de los dos conceptos es, también, el más específico y complejo, vale decir el menos genérico y menos simple. Esta última convención sirve, pues, como definición de *complejidad semántica* o de su dual, la simplicidad semántica. Pero, desde luego, aun cuando dos constructos no sean comparables en cuanto a su sentido, pueden com-

partir una pizca de sentido. Esta noción de superposición de sentidos está exactificada por la

DEFINICIÓN 5.21 El *sentido nuclear* de un conjunto $\{c_i \in \mathbb{C} \mid 1 \leqslant i \leqslant n\}$ de constructos es igual a su sentido compartido:

$$\mathscr{S}_{nuclear}\{c_i \in \mathbb{C} \mid 1 \leqslant i \leqslant n\} =_{df} \bigcap_{i=1}^{n} S\,(c_i).$$

Ejemplo Se supone que cada uno de los diferentes explicata e_i, para $1 \leqslant i \leqslant n$, de un determinado concepto basto o intuitivo c, recaptura una parte del sentido de este concepto:

$$\mathscr{S}(c) \supseteq \mathscr{S}_{nuclear}\{e_i \in \mathbb{C} \mid 1 \leqslant i \leqslant n \;\&\; e_i \text{ analiza } c\}.$$

Si nos centramos en la contribución específica que hace un constructo fundamental y hacemos a un lado el trasfondo de la teoría, es decir si detenemos la búsqueda de antepasados en el propio concepto *a*, el sentido ascendente de *a* estará incluido en su filtro principal o sentido descendente $\mathscr{SD}_T(a)$. Por consiguiente, tenemos el

COROLARIO 5.4 El sentido pleno específico de un constructo fundamental *a*, característico de una teoría axiomatizada *T*, es igual al sentido descendente de *a*, o sea

$$\mathscr{S}_T(a) = \mathscr{SD}_T(a).$$

En consecuencia, el sentido descendente de un constructo mide su importancia. En cambio, cuanto mayor es el sentido ascendente de un constructo, es decir mientras mayor es su dependencia de otros constructos, menor es su importancia.

Debido a que en un contexto cerrado $\mathbb{C}$ no hay otra fuente de sentido que el propio $\mathbb{C}$, en este, la intensión no tiene una existencia aparte: es parte del sentido pleno. De modo más explícito, conjeturamos la

PROPOSICIÓN 5.1 La intensión de un constructo *x* en un conjunto cerrado de constructos $\mathbb{C}$ está incluida en el sentido pleno de *x*:

Si $x \in \mathbb{C}$, entonces $\mathscr{I}(x) \subseteq \mathscr{S}_{\mathbb{C}}(x)$.

Ejemplo Considérense los predicados "triangular" (△), "equiangular" (*A*) y "equilateral" (*L*), todos ellos referentes a figuras planas cerradas propias de la geometría euclídea (*E*). Dado que $A \neq L$, $\mathscr{I}(\triangle \,\&\, A) \neq \mathscr{I}(\triangle \,\&\, L)$. Pero, debido a que la equiangularidad del triángulo supone la equilateralidad del mismo y viceversa, $\mathscr{S}_E(\triangle \,\&\, A) = \mathscr{S}_E(\triangle \,\&\, L)$. Más aún, el sentido pleno de cualquiera de estos predicados complejos no solo incluye *A* y *L*, sino también todas las propiedades derivadas de los triángulos equiláteros, lo cual no ocurre con sus intensiones.

A partir de lo anterior, se sigue que, si un constructo es fundamental (o sea, indefinido o supuesto) en un contexto dado, entonces su intensión coincide con su sentido pleno y también con su sentido descendente:

PROPOSICIÓN 5.2 La intensión de un constructo básico *a* en un conjunto cerrado $\mathbb{C}$ de constructos es igual al sentido pleno de *a*:

Si $a \in \mathbb{C}$ es fundamental en $\mathbb{C}$, entonces $\mathscr{I}(a) = \mathscr{S}_{\mathbb{C}}(a) = \mathscr{SD}_{\mathbb{C}}(a)$.

Un cambio en los principios fundamentales que determinan el sentido de un constructo puede modificar ese sentido, aun cuando sigamos llamándole por el mismo nombre. Tal como explicó Hilbert a Frege (a quien le disgustaban las definiciones axiomáticas), «Cada axioma aporta algo a la definición [del concepto de interés] y al introducirse nuevos axiomas, el concepto resulta consecuentemente modificado» (Hilbert, 1900). En resumen, el significado es contextual.

Esto concluye el estudio de los conceptos de sentido que iniciamos en el Capítulo 4. Bien podría ocurrir que nuestras exactificaciones no consiguieran capturar las intuiciones del lector. Lo que para unos tiene sentido, para otros no lo tiene. Esto resulta bastante apropiado para la ocasión: no se supone que un término técnico tenga que satisfacer las ideas presistemáticas de todo el mundo. (Recuérdese el ejemplo que ilustra la Proposición 5.1). Si las dilucidaciones propuestas se consideran inaceptables por razones técnicas, entonces seguramente se pueden idear teorías mejores. Pero una vez que el análisis técnico se ha aceptado, tanto en la ciencia como en la filosofía, son las propias intuiciones las que se supone que deben ajustarse al concepto teórico, hasta que se haga disponible una exactificación mejor. (Cf. Bunge, 1962.)

5. Conclusión

Hay dos concepciones principales acerca del sentido. Una es el extensionalismo, según el cual los constructos tienen un exterior o extensión, pero ningún interior o sentido. Hemos encontrado que esta perspectiva, la del constructo hueco, resulta inaceptable no solo en relación con la ciencia fáctica, sino también con la matemática pura (Capítulo 4, sección 1.2). La concepción opuesta considera que todos los constructos que no son conjuntos poseen contenido. Pero hay muchas diferencias de opinión con respecto a la naturaleza de este contenido (Capítulo 4, sección 1.1). Estas diferencias se manifiestan especialmente en la cuestión de las relaciones entre el sentido de una totalidad y el sentido de sus partes. Hay dos concepciones extremas acerca del asunto: el atomismo semántico y el holismo semántico. Echémosles un vistazo y ubiquemos nuestra propia concepción en este panorama.

El atomismo semántico sostiene que «El sentido de la totalidad está determinado por los sentidos de sus partes». Esta ha sido la perspectiva más difundida entre los filósofos iluministas, desde Hobbes hasta Montague (1970) y Scout (1970). Pero ningún atomista semántico parece haber desarrollado una teoría adecuada que contenga las fórmulas que determinen el sentido de un constructo como función del sentido de sus componentes. En resumen, el atomismo semántico se ha quedado en la etapa programática. El extremo opuesto, el holismo semántico, sostiene que «El sentido de cada elemento está determinado por la totalidad del conocimiento». En épocas recientes, su proponente más conspicuo ha sido Quine (1952). Esta concepción también es programática y, más aún, está condenada a permanecer en esta etapa, ya que nadie puede manejar la totalidad del conocimiento humano.

Nuestra propia teoría semántica adopta una *via media* y, por consiguiente, no puede resultar tan fascinante como cualquiera de los extremos. En efecto, por un lado, hemos propuesto fórmulas definidas para la intensión de un constructo compuesto como una función de las intensiones de sus componentes (Capítulo 4, sección 2). Sin embargo, este análisis no consiste en una resolución término a término y, más aún, no ofrece ningún medio para determinar el sentido de un componente. Si se nos preguntara cómo ha de determinarse este último, ofreceríamos una teoría más, de acuerdo con la cual el sentido de un constructo puede determinarse siempre y cuando ese constructo ocupe un lugar determina-

do en un sistema conceptual. En consecuencia, en la medida en que nuestra teoría estipula el análisis del sentido de una totalidad, pone en práctica una versión moderada del programa atomista. Y puesto que se muestra que el sentido pleno de una parte depende de su papel en la totalidad, nuestra teoría satisface la consigna holista de no aislar. En pocas palabras, nuestra semántica constituye una fusión de lo mejor (otros dirían que de lo peor) de ambos extremos. Si se la acepta, se torna comprensible por qué cada uno de esos extremos tiene su atractivo y por qué ninguno de ellos ha ido más allá del estadio de programa.

A primera vista, nuestra *via media* parecería alentar el subjetivismo, puesto que admite que el sentido de un constructo (teórico) es relativo a la teoría en la que aparece y es, por ello, susceptible de transformarse en un constructo distinto si se lo inserta en una teoría diferente. De ninguna manera. En primer lugar, únicamente el sentido de un constructo teórico o sistémico está determinado por la totalidad de la teoría en la que aparece. Los constructos extrasistémicos, tales como los enunciados observacionales comunes, no dependen de la teoría, pero a consecuencia de ello su sentido es incierto. En segundo lugar, no es que «el significado de un constructo científico esté cargado de teoría», como opina la tendencia de moda, sino al revés: las teorías (aun las teorías lógicas) están cargadas de significado. El significado de todo componente de una teoría es relativo a la teoría, es decir depende del papel que desempeña en la teoría, pero no está «cargado de teoría», sea lo que fuere lo que esta metáfora pueda significar. En tercer lugar, toda auténtica teoría científica, aun si es falsa, es objetiva, ergo, también lo es todo componente fáctico de ella. Es objetiva tanto desde el punto de vista semántico (mediante su referencia a entidades que supuestamente están allí fuera) como del metodológico (porque se la puede examinar públicamente). En cambio, los intentos de defender la objetividad de la ciencia anclándola a un lecho de roca experiencial pueden llevar de regreso al subjetivismo, tal como atestigua el operacionismo.

En resumidas cuentas, hemos propuesto una teoría del sentido que es contextual, pero no holista. La naturaleza contextual del sentido explica por qué el mismo símbolo puede ser interpretado de maneras diferentes en contextos diferentes y nunca totalmente fuera de un marco conceptual bien delineado. Pero el tema de la interpretación merece otro capítulo. De hecho, le dedicaremos el capítulo inicial de la Parte II de esta obra.

CONTINÚA EN EL VOLUMEN 2: INTERPRETACIÓN Y VERDAD

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 222

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 223

Bibliografía

Ajdukiewicz, K. (1935). Syntactic connection. En S. McCall, Ed., *Polish Logic*. Oxford, Clarendon Press, 1967.

Ajdukiewicz, K. (1967a). Intensional expressions. *Studia Logica* **20**: 63-86.

Anderson, A. R. (1972). An intensional interpretation of truth-values. *Mind* **81**: 348-371.

Angel, R. B. (1970) Relativity and Covariance. Tesis doctoral, McGill University.

Angel, R. B. (1973). Relativity and Covariance. En Bunge, Ed. 1973b.

Angelelli, I., Ed. (1967). *Gottlob Frege, Kleine Schriften*. Hildesheim, Georg Olms.

Arbib, M. A., Ed. (1968). *Algebraic Theory of Machines, Languages, and Semigroups*. Nueva York y Londres, Academic Press.

Aristóteles. *De interpretatione*. En *Works*, X, ed. W. D. Ross. Oxford, Clarendon Press, 1921.

Aristóteles. *Analytica posteriora*. *Ibíd*.

Arnauld, A. y P. Nicole (1662). *La logique, ou l'art de penser*. París, Flammarion, 1970.

Ayer, J. A. (1959). *Logical Positivism*. Glencoe, IL, Free Press. [*El positivismo lógico*. Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1978.]

Bar-Hillel, Y. (1970). *Aspects of Language*. Jerusalén, Magnes Press.

Bar-Hillel, Y. y R. Carnap (1953). Semantic information. *British Journal for the Philosophy of Science* **4**: 147-157.

Bar-Hillel, Y., E. I. J. Poznanski, M. O. Rabin y A. Robinson, Eds. (1966). *Essays on the Foundations of Mathematics, 2.ª ed.,* Jerusalén, Magnes Press.

Bell, J. L. y A. B. Slomson (1969). *Models and Ultraproducts*. Ámsterdam, North Holland.

Blumenthal, L. M. y K. Menger (1970). *Studies in Geometry*. San Francisco, W. H. Freeman & Co.

Bolzano, B. (1837). *Wischenshaftlehere*, 4 vols. Sulzbach, Seidelsche Buchandlung. Abreviado. Traducción al inglés de R. George, *Theory of Science*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press.

Bolzano, B. (1851). *Paradoxes of the Infinite*, traducción de D. A. Steele. Londres, Routledge & Keegan Paul.

Bourbaki, N. (1970). *Théorie des ensembles*. París, Hermann.

Braithwaite, R. B. (1962) Models in the empirical sciences. En E. Nagel *et al.* Eds. (1962), pp. 224-231.

Brillouin, L. (1962). *Science and Information Theory*. Nueva York, Academic Press.

Bunge, M. (1956). *Survey of the interpretation of quantum mechanics. American Journal of Physics* **24**: 272-286. Reimpreso en Bunge (1959b).

Bunge, M. (1959b). *Metascientific Queries*. Springfield, IL, Charles Thomas.

Bunge, M. (1961a). Laws of physical laws. *American Journal of Physics* **29**: 518-529. Reimpreso en Bunge (1963a).

Bunge, M. (1961b). The weight of simplicity. *Philosophy of Science* **28**: 120-149.

Bunge, M. (1962). *Intuition and Science*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall. Reimpreso en Westport CT, Greenwood Press, 1975.

Bunge, M. (1966). Mach's critique of Newtonian mechanics. *American Journal of Physics* **34**: 585-596.

Bunge, M. (1967a). *Scientific Research*, 2 vols. Nueva York, Springer-Verlag. Edición revisada: Nueva Brunswick, Transaction Publishers, 1998. [*La investigación científica.* Traducción al castellano de M. Sacristán. México, Siglo Veintiuno Editores, 2001.]

Bunge, M. (1967b). *Foundations of Physics*. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1967c). Analogy in quantum mechanics: from insight to nonsense. *British Journal for the Philosophy of Science* **18**: 265-286.

Bunge, M. (1967d). Physical axiomatics. *Review of Modern Physics* **39**: 463-474.

Bunge, M. (1967e). A ghost-free axiomatization of quantum mechanics. En M. Bunge, Ed., *Quantum Theory and Reality,* pp. 98-117. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1967f). The structure and content of a physical theory. En M. Bunge, Ed., *Delaware Seminar in the Foundations of Physics,* pp. 15-27. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1968). Problems and games in the current philosophy of natural science. *Proceedings of the XIVth International Congress of Philosophy* I: 566-574. Viena, Herder.

Bunge, M. (1969). What are physical theories about? *American Philosophical Quarterly*, *Monograph* 3: 61-99.

Bunge, M. (1970a). Theory meets experience. En H. Kiefer y M. Munitz, Eds., *Contemporary Philosophic Thought,* **2**: 138-165. Albany, N.Y., State University of New York Press.

Bunge, M. (1970b). Problems concerning inter-theory relations. En P. Weingartner y G. Zeeha, Eds., *Induction, Physics, and Ethics,* pp. 287-325. Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Bunge, M. (1971a), A mathematical theory of the dimensions and units of physical quantities. En M. Bunge, Ed., *Problems in the Foundations of Physics,* pp. 1-16. Nueva York, Springer-Verlag.

Bunge, M. (1971b). Is scientific metaphysics possible? *Journal of Philosophy* **68:** 507-520.

Bunge, M. (1972a). A program for the semantics of science. *Journal of Philosophical Logic* **1**: 317-328. Reimpreso en Bunge, Ed. (1973a).

Bunge, M. (1972b), Metatheory. En *Scientific Thought.* París-La Haya, Mouton/Unesco.

Bunge, M. (1973a), *Method, Model and Matter.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Bunge, M. (1973b). *Philosophy of Physics.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Company.

Bunge, M. (1973c). On confusing «measure» with «measurement» in the methodology of behavioral science. En Bunge, Ed. (1973b),

Bunge, M. (1973d). Meaning in science. *Proceedings of the XVth World Congress of Philosophy* **2**: 281-286, Sofía.

Bunge, M., Ed. (1973a). *Exact Philosophy: Problems, Goals, and Methods.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Bunge, M., Ed. (1973b). *The Methodological Unity of Science.* Dordrecht, Reidel.

Bunge, M. (1974a). The relations of logic and semantics to ontology. *Journal of Philosophical Logic* **3**: 195-210.

Buridan, J. *Sophisms on Meaning and Truth [Sophismata].* Traducción de T. K. Scott. Nueva York, Appleton-Century-Crofts 1966.

Campbell (1920). *Physics: The Elements.* Cambridge, Cambridge University Press. Reimpreso como *Foundations of Science.* Nueva York, Dover Publications, Inc. 1957.

Carnap, R. (1936). Testability and meaning. *Philosophy of Science* **3**: 419-471; **4**: 1-40.

Carnap, R. (1939). *Foundations of Logic and Mathematics.* Chicago, University of Chicago Press. [*Fundamentos de lógica y matemáticas*. Madrid, Talleres Ediciones JB, 1975.]

Carnap, R. (1942). *Introduction to Semantics.* Cambridge, MA, Harvard University Press. [*Introducción a la semántica*. México, Fondo de Cultura Económica, 1968.]

Carnap, R. (1947). *Meaning and Necessity.* Chicago, University of Chicago Press. Edición aumentada 1956.
Carnap, R. (1952). Meaning Postulates*. Philosophical Studies* **3**: 65-73.
Carnap, R. (1956). The methodological character of theoretical concepts*.* En H. Feigl y M. Scriven, Eds. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, I: 38-76. Minneapolis, University of Minnesota Press.
Carnap, R. (1958). *Introduction to Symbolic Logic and its Applications.* Nueva York, Dover Publications, Inc.
Carnap, R. (1961). On the use of Hilbert's ε-operator in scientific theories. En Bar-Hillel *et al.* Eds. (1961), pp. 156-164.
Carnap, R. (1963a). Intellectual autobiography. En Schilpp Ed. (1963), pp. 3-84. [*Autobiografía intelectual*. Traducción al castellano de Carmen Castells. Barcelona, Paidós – ICE UAB, 1992.]
Carnap, R. (1963b). Replies and systematic expositions. En Schilpp Ed. (1963), pp. 859-1013.
Carnap, R. (1966). *Philosophical Foundations of Physics.* M. Gardner, Ed. Nueva York, Basic Books.
Castonguay, C. (1971). Meaning and Existence in Mathematics. Tesis doctoral, McGill University.
Castonguay, C. (1972). *Meaning and Existence in Mathematics*. Viena-Nueva York, Springer-Verlag.
Chomsky, N. (1963). Formal properties of grammars. En Luce *et al*. 1963, vol. II, pp. 323-418.
Chomsky, N. y G. A. Millet (1961) Introduction to the formal analysis of natural languages. En Luce *et al*. 1963, vol. II, pp. 269-321.
Church, A. (1951) A formulation of the logic of sense and denotation. En P. Henle, H. M. Kallen y S. K. Langer, Eds., *Structure, Method and Meaning: Essays in Honor of Henry M. Sheffer*, pp. 3-24. Nueva York, The Liberal Arts Press.
Church, A. (1956). Propositions and sentences. En *The Problem of Universals: A Symposium,* pp. 3 -11. Notre Dame, IN, University of Notre Dame Press.
Church, A. (1973/74). Outline of a revised formulation of the logic of sense and denotation. *Nous* **7**: 24-33, **8**: 135-156.
Chwistek, L. (1949). *The Limits of Science.* Londres, Routledge & Keegan Paul.
Cohen, L. J. (1966). *The Diversity of Meaning*. Londres, Methuen.
Cole, M. y I. Maltzman. Eds., (1969) *A Handbook of Contemporary Soviet Psychology.* Nueva York y Londres, Basic Books, Inc.
Dummett, M. (1973). *Frege. Philosophy of Language*. Londres, Duckworth & Co. Ltd.
Feigl, H. (1950). Existential hypotheses. Philosophy of Science **17:** 35-62.

Feigl, H. (1958). The 'mental' and the 'physical'. En H. Feigl, M. Scriven y G. Maxwell, Eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, **II**: 370-497.

Feyerabend, P. K. (1970). *Against Method: Outline of an anarchistic theory of knowledge*. En Radnor y Winokur Eds. (1970), pp- 17-130. [*Contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento,* 2.ª ed. Traducción de Francisco Hernán. Barcelona, Ariel, 1989.]

Fraassen, B. C. van (1971). *Formal Semantics and Logic.* Nueva York, Macmillan. [*Semántica formal y lógica*. México, UNAM Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1987.]

Frege, G. (1879). Begriffsschrift. Reimpreso en *Begriffsschrift un andere Aufsätze*. En I. Angelelli, Ed. Hildesheim, Georg Olms 1964.

Frege, G. (1891). Funktion und Begriff. En I. Angelelli (1967).

Frege, G. (1892). Über Sinn und Bedeutung. En I. Angelelli (1967).

Frege, G. (1894). Rezension von: E. G. Husserl; Philosophice der Arithmetik. En I. Angelelli (1967).

Frege, G. (1895). Le nombre entier. En I. Angelelli (1967).

Frege, G. (1912). Anmerkungen zu P. E. B. Jourdain, The Development of Theories of Mathematical Logic, etc. En I. Angelelli (1967).

Frege, G. (1969). *Nachgelassene Schriften*. H. Hermes, F. Kambartel y F. Kaulbach, Eds. Hamburgo, F. Meiner.

Freudenthal, H. (1971). More about *Foundations of Physics. Foundations of Physics* **1**: 315-323.

Geach, P. T. (1962). *Reference and Generality.* Ithaca, N.Y., Cornell University Press.

Geach, P. T. y M. Black. Eds. (1952). *Translations from the Philosophical Writings of Gottlob Frege.* Oxford, Basil Blackwell.

Ginsburg, S. (1966). *The Mathematical Theory of Context-Free Languages.* Nueva York, McGraw-Hill.

Goodman, N. (1951). *The Structure of Appearance.* Cambridge, MA, Harvard University Press.

Goodman, N. (1961). About. *Mind N.S.* 70: 1-24,

Goodman, N. (1968). *The Languages of Art.* Indiana y Nueva York, Bobbs-Merrill Co.

Harris, Z. (1968). *Mathematical Structure of Languages.* Nueva York, Interscience.

Hartnett, W. E. (1963). *Principles of Modern Mathematics,* 1. Chicago, Scott, Foresman & Co.

Hartnett, W. E. (1970). *Principles of Modern Mathematics,* 2. Chicago, Scott, Foresman & Co.

Heisenberg, W. (1955). The development of the interpretation of the quantum theory. En W. Pauli, L. Rosenfeld y V. Weisskopf, Eds., *Niels Bohr and the Development of Physics,* pp. 12-29. Londres, Pergamon.

Heisenberg, W. (1958). The representation of nature in contemporary physics. *Daedalus* **87**: 95-108.

Hempel, C. G. (1945). Studies in the logic of confirmation. *Mind N.S.* **54**: 1-26, 97-121.

Hempel, C. G. (1950). A note on semantic realism. *Philosophy of Science* **17**: 169-173.

Hempel, C. G. (1958). The theoretician's dilemma. En H. Feigl, M. Scriven y G. Maxwell, Eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* II: 37-98. Minneapolis, MN, University of Minnesota Press.

Hempel, C. G. (1965). *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science.* Nueva York, The Free Press. [*La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Barcelona, Paidós, 2005.]

Henkin, L. (1953). Some notes on nominalism. *Journal of Symbolic Logic* **18**: 19-29.

Henkin, L., P. Suppes y A. Tarski, Eds. (1959). *The Axiomatic Method.* Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.

Hilbert, D. (1900?), Letter to G. Frege. En Angelelli (1967).

Hilbert, D. y W. Ackermann (1950). *Principles of Mathematical Logic.* Nueva York, Chelsea Publishing Co.

Hilbert, D. y P. Bernays (1968). *Grundlagen der Mathematik* I, 2da ed. Berlín-Heidelberg-Nueva York, Springer-Verlag.

Hill, T. E. (1971). *The Concept of Meaning.* Nueva York, Humanities Press.

Hintikka, J. (1968). Varieties of information. En B. v. Rootselaar y J. F. Staal, Eds., pp. 311-332.

Hintikka, J. (1970). On semantic information. En W. Yourgrau y A. D. Breck, Eds., *Physics, Logic, and History,* pp. 147-172. Nueva York y Londres, Plenum Press.

Katz, J. J. y J. A. Fodor (1963). The structure of a semantic theory. *Language* **39**: 170-210.

Kneale, W. y M. (1962). *The Development of Logic.* Oxford, Clarendon Press. [*El desarrollo de la lógica*. Madrid, Tecnos, 1972.]

Kneale, W. (1972). Numbers and numerals. *British Journal for the Philosophy of Science* **23:** 191-206.

Kraft, V. (1970). *Mathematik, Logik and Erfahrung,* 2a ed. Viena y Nueva York, Springer-Verlag.

Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions.* Chicago, University of Chicago Press. [*La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid, Fondo de Cultura Económica de España, 2000.]

Lambert, K. y B. C. v. Fraassen (1970). Meaning relations, possible objects, and possible worlds. En K. Lambert, Ed., *Philosophical Problems in Logic*, pp. 1-19. Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.

Lawvere, F. W. (1966). The category of categories as a foundation of mathema-

tics. *Proceedings of the Conference on Categorical Algebra* (La Jolla 1965), pp. 1-20. Berlín-Heidelberg-Nueva York, Springer-Verlag.
Leonard, H. S. (1967). *Principles of Reasoning.* Nueva York, Dover Publications Inc.
Lewis, C. I. (1944). The modes of meaning. *Philosophy and Phenomenological Research* **4**: 236-249.
Lewis, C. I. (1951) Notes on the logic of intensions. En P. Henle *et al.,* Eds., *Structure, Method and Meaning,* Nueva York, Liberal Arts Press.
Linsky, L. (1961) *Referring.* Londres, Routledge & Kegan Paul.
Linsky, L. Ed. (1952), *Semantics and the Philosophy of Language.* Urbana, University of Illinois Press.
Luria, A. R. (1969), Speech development and the formation of mental processes. En Cole y Maltzmann Eds. 1969, pp. 121-162.
Luce, R. D., R. R. Bush y E. Galanter, Eds. (1963). *Handbook of Mathematical Psychology.* vol. II, Nueva York, John Wiley & Sons, Inc.
MacKay, D. M. (1969). *Information, Mechanism and Meaning.* Cambridge, MA, MIT Press.
Marcus, S. (1967). *Algebraic Linguistics: Analytical Models.* Nueva York, Academic Press.
Marhenke, P. (1950). The criterion of significance. En Linsky, Ed. (1952), pp. 139-159.
Montague, R. (1970). Pragmatics and intensional logic. *Synthese* **22**: 68-94.
Morris, C. (1938). *Foundations of the Theory of Signs.* Chicago, University of Chicago Press. [*Fundamentos de la teoría de los signos*. Barcelona, Paidós, 1985.]
Nagel, E. (1950). Science and semantic realism. *Philosophy of Science* **17**: 174-181.
Nagel, E., P. Suppes y A. Tarski, Eds. (1962). *Logic, Methodology and Philosophy of Science.* Stanford, Stanford University Press.
Neumann, J. v. (1932). *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik.* Berlín, J. Springer.
Osgood, C. E., G. J. Suci y P. H. Tannenbaum (1957). The *Measurement of Meaning.* Urbana, IL, University of Illinois Press.
Patton, T. E. (1965). Some comments on «About». *Journal of Philosophy* **62**: 311-325.
Popper, K. R. (1963a). The demarcation between science and metaphysics. En Schilpp, Ed. (1963), pp. 183-226.
Popper, K. R. (1963b). *Conjectures and Refutations.* Nueva York, Basic Books. [*Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico*, Barcelona, Paidós, 2000.]
Popper, K. R. (1966). A theorem on truth-content. En P. K. Feyerabend y G. Maxwell, Eds., *Mind, Matter, and Method: Essays in Philosophy and Science*

in Honor of Herbert Feigl, pp. 343-353. Minneapolis, University of Minnesota Press.
Przelecki, M. (1969). *The Logic of Empirical Theories.* Londres, Routledge & Kegan Paul.
Putnam, H. (1970). Is semantics possible? *Metaphilosophy* **1**: 187-201.
Putnam, H. (1971). *Philosophy of Logic.* Nueva York, Harper & Row Publishers.
Putnam, H. (1973). Meaning and reference. *Journal of Philosophy* **70:** 699-711.
Quine, W. V. (1952). *From a Logical Point of View.* Cambridge, MA, Harvard University Press. [*Desde un punto de vista lógico*. Barcelona, Paidós, 2002.]
Quine, W. V. (1966). *The Ways of Paradox and Other Essays.* Nueva York, Random House.
Quine, W. V. (1971). Epistemology naturalized. *Proceedings of the XIVth International Congress of Philosophy* **VI**: 87-103. Viena, Herder.
Radner, M. y S. Winokur, Eds. (1970). *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* IV. Minneapolis, University of Minnesota Press.
Robinson, A. (1966). *Non-standard Analysis*. North-Holland Publishing Co.
Rootselaar, B. van y J. F. Staal, Eds. (1968) *Logic, Methodology and Philosophy of Science III*. Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.
Rosen, R. (1958). The representation of biological systems from the standpoint of the theory of categories. *Bulletin of Mathematical Biophysics* **20**: 317-341.
Rosenbloom, P. (1950). *The Elements of Mathematical Logic.* Nueva York, Dover.
Rozeboom, W. (1962). The factual content of theoretical concepts. En H. Feigl y G. Maxwell, Eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* **111:** 273-357. Minneapolis, MN, University of Minnesota Press.
Rozeboom, W. (1970). The crisis in philosophical semantics. En Radner y Winokur, Eds. pp. 196-219.
Russell, B. (1918). The philosophy of logical atomism. *The Monist* **28**: 495-527; **29**: 32-63, 190-222, 345-380.
Russell, B. (1940). *An Inquiry Into Meaning and Truth.* Londres, George Allen & Unwin. [*Investigación sobre el significado y la verdad*. Oviedo, Losada, 2003.]
Russell, B. (1948). *Human Knowledge: Its Scope and Limits.* Londres, George Allen & Unwin. [*El conocimiento humano: su alcance y sus límites.* Madrid, Taurus,1964.]
Russell, B. (1959). *My Philosophical Development.* Londres, George Allen & Unwin.
Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind.* Londres, Hutchinson. [*El concepto de lo mental*. Barcelona, Paidós, 2005.]
Schaff, A. (1962). *Introduction to Semantics.* Oxford, Pergamon Press.

Schilpp, P. A., Ed. (1963). *The Philosophy of Rudolf Carnap*. La Salle, IL, Open Court; Londres, Cambridge University Press.
Scott, D. (1970). Advice on modal logic. En K. Lambert, Ed., *Philosophical Problems in Logic.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.
Searle, J. R. (1969). *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language.* Cambridge, University Press. [*Actos de habla*. Madrid, Cátedra, 1986.]
Seshu, S. y M. B. Reed (1961). *Linear Graphs and Electrical Networks.* Reading, MA, Addison-Wesley.
Shannon, C. y W, Weaver (1949). *The Mathematical Theory of Communications.* Urbana, IL, University of Illinois Press. [*Teoría matemática de la comunicación*. Madrid, Forja, 1981.]
Sharvy, R. (1972). Three types of referential opacity. *Philosophy of Science* **39**: 152-161.
Shwayder, D. S. (1961). *Modes of Referring and the Problem of Universals.* Berkeley y Los Ángeles, University of California Press.
Suppe, F. (1971). On partial interpretation. *Journal of Philosophy* **68**: 57-76.
Suppes, P. (1960). *Axiomatic Set Theory.* Princeton, NJ, D. Van Nostrand. [*Teoría axiomática de conjuntos*, Cali (Colombia), Norma, 1968.]
Suppes, P. (1967). *Set-theoretical Structures in Science.* Stanford University, Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences.
Suppes, P. (1969). *Studies in the Methodology and Foundations of Science.* Dordrecht, D. Reidel.
Suszko, R. (1967). An essay in the formal theory of extension and intension. *Studio Logica* **20**: 7-28.
Tarski, A. (1956). *Logic, Semantics, Metamathematics.* Oxford, Clarendon Press.
Tarski, A., A. Mostowski y R. M. Robinson (1953). *Undecidable Theories.* Ámsterdam, North-Holland Publishing Co.
Vaihinger, H. (1920). *Die Philosophie des Als Ob,* 4.ª ed. Leipzig, F. Meiner.
Waddington, C. H. (1967). Discussion of Eden's paper. En P. S. Moorhead y M. M. Kaplan, Eds., *Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution.* Philadelphia, The Wistar Institute.
Watson, W. H. (1950). *On Understanding Physics*. Nueva York, Harper & Brothers.
Wang, H. (1966). Process and existence in mathematics. En Bar-Hillel *et al*., Eds. (1966), pp. 328-351.
Weingartner, P. (1972). Die Fraglichkeit der Extensionalitätsthese un die Problem einer intensionalen Logik. En R. Haller, Ed. *Jenseits von Sein und Nichstein*. Graz, Akademische Druck-u. Verlangsanstalt.
Weingartner, P. (1973). A predicate calculus for intensional logic. *Journal of Philosophical Logic* **2**: 58-141.

Whitehead, A. N. y B. Russell (1927). *Principia Mathematica* I. 2.ª ed. Cambridge, Cambridge University Press.

Wigner, E. P. (1970). Physics and the explanation of life. *Foundations of Physics* **1**: 35-45.

Williams, D. C. (1937). The realistic interpretation of scientific sentences. *Erkenntnis* **7**: 169-178, 375-382.

Williams, D. C. (1966). *Principles of Empirical Realism.* Springfield, IL, Charles C. Thomas.

Williams, G. C. (1966). *Adaptation and Natural Selection.* Princeton, NJ, Princeton University Press.

Williams, M. B. (1970). Deducing the consequences of evolution: A mathematical model. *Journal of Theoretical Biology* **29**: 343-385.

Wojcicki, R. (1966). Semantical criteria of empirical meaningfulness. *Studio Logica* **19**: 75-102.

Yourgrau, W. y A. D. Breck, Eds. (1970). *Physics, Logic, and History.* Nueva York y Londres, Plenum Press.

Zinov'ev, A. A. (1973). *Foundations of the Logical Theory of Scientific Knowledge (Complex Logic)*. Dordrecht, D. Reidel.

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 233

Índice de nombres

Ackerman, W., 98
Agassi, Joseph, 152
Ajdukiewicz, Casimires, 37
Anderson, Alan Ross, 97
Angel, Roger B., 17, 63
Arbib, Michael A., 34
Aristóteles, 60, 67, 174
Arnauld, Antoine, 158

Bar-Hillel, Yehoshua, 35, 179
Beatty, Harry, 17
Belarmino, Cardenal, 134
Bell, J. L., 26
Bernays, Paul, 94
Blumenthal, L. M., 174
Bolzano, Bernard, 41, 53, 54, 60, 158
Bourbaki, Nicholas, 47, 160
Boutroux, Emile, 125
Braithwaite, Richard B., 209
Brillouin, Léon, 101
Bunge, Mario, 28, 63, 66, 69, 89, 99, 102, 108, 114, 149, 151, 195, 198, 208, 219
Buridan, Jean, 78

Carnap, Rudolf, 27, 50, 77, 158, 164, 178, 179, 182, 209, 210, 212
Castonguay, Charles, 17, 158, 166, 196
Chomsky, Noam, 23, 24, 75
Church, Alonzo, 41, 42, 47
Chwistek, Leon, 45
Cohen, L. Jonathan, 25
Corcoran, John, 17

Eddington, Arthur Stanley, 45

Feigl, Herbert, 72, 208, 210
Felscher, Walter, 17
Feyerabend, Paul K., 99, 111
Frege, Gottlob, 41, 45, 47, 50, 76, 77, 158, 164, 182, 219
Freudenthal, Hans, 63

Galilei, Galileo, 63, 130, 134
Geach, Peter, 45, 72, 78
Ginsburg, S., 34
Goodman, Nelson, 56, 115

Hamilton, William, 135, 158
Harris, Zellig, 34
Hartnett, William E., 27
Heisenberg, Werner, 61, 107
Hempel, Car1 G., 113, 182, 208, 210
Henkin, Leon, 37
Hilbert, David, 44, 94, 98, 121, 150, 219
Hill, Thomas English, 25, 35, 179
Hintikka, Jaakko, 179
Hume, David, 114, 125
Husserl, Edmund, 37, 77

James, William, 114

Kant, Immanuel, 125
Kessler, Glenn, 17
Kirschemann, Peter, 17
Kleiner, Scott, A., 17
Kneale, Martha, 158
Kneale, William, 37, 158
Kolmogoroff, Alexander N., 181
Kraft, Victor, 67, 120
Kuhn, Thomas S., 99, 111
Kurosaki, Hiroshi, 17

Lambek, Joachim, 17
Lambert, Karel, 185
Lawvere, F. William, 160
Leibniz, Gottfried Wilhelm, 49, 203
Leonard, Henry, 166
Lewis, Irving Clarence, 164
Linsky, Leonard, 47, 49
Lungarzo, Carlos Alberto, 17
Luria, A. R., 17

MacKay, David M., 141, 181
Marcus, Solomon, 34
Marhenke, Paul, 30
Meinong, Alexius, 158
Menger, Karl, 174
Miller, George Armitage, 23, 34
Montague, Richard, 220
Morris, Charles, 54

Nagel, Ernest, 208
Negropontis, Stelios, 17
Neumann, John von, 102
Nicole, Pierre, 158
Nuño, Juan A., 17

Ockham, William, 45
Oppacher, Franz, 17
Osgood, Charles, 25

Patton, Thomas, 115
Peirce, Charles Sanders, 125, 182
Popper, Karl R., 158, 178, 180, 182, 183, 207
Probst, David, 17
Przelecki, Marian, 209
Putnam, Hilary, 36, 45

Quine, Willard Van Orman, 44, 164, 182, 220

Reed, M. B., 138
Robinson, Abraham, 26, 45
Rosenbloom, Paul C.,
Rozeboom, William W., 208
Russell, Bertrand, 41, 120, 162, 182
Ryle, Gilbert, 112

Salt, David, 17
Schaff, Adam, 25
Seshu, S., 138
Scott, Dana, 220
Searle, John R., 30
Shakespeare, William, 47
Shannon, Claude, 180, 181
Sharvy, Richard, 164
Shwayder, D. S., 82
Simon, Simple, 179, 182
Slomson, A. B., 26
Soran, Somnez, 17
Suppe, Frederick, 210
Suppes, Patrick, 161
Suszko, Roman, 166

Tammelo, Ilmar, 17
Tarski, Alfred, 27, 44, 45, 67, 94
Törnebohm, Håkan, 152
Torretti, Roberto, 17
Tuomela, Raimo, 17

Vaihinger, Hans, 37
van Fraassen, Bas C., 26, 185
Viena, círculo de, 182

Wang, Hao, 192
Watson, W. H., 141
Weaver, Warren, 180
Weingartner, Paul, 17, 166
Whitehead, Alfred North, 162
Wigner, E., 106
Williams, Donald, 182
Williams, George, 60
Williams, Mary B., 195
Wittgenstein, Ludwig, 77, 176, 182, 203
Wojcicki, Ryszard, 209

Zinov'ev, A. A., 54

TRATADO DE FILOSOFI?A (4R)4 Bunge:TRATADO DE FILOSOFI A (3R) Bunge 10/3/08 17:22 Página 235

Índice de materias

álgebra de Boole, 189, 197
analítico, 85-86. *Véase también* tautología
analogía, 140
axioma, 195-196

categoría aristotélica, 174
  error, 112
  semántica, 37-38
cierre semántico, 96
coextensividad, 177-178
cointensividad, 167
comillas, 48
complejidad semántica, 217
comprobabilidad, 182-184
comunicación, 32
concepto, 38-42
  fáctico, 89-90
  formal, 90
  pragmático, 162-164
confirmación, 184
  paradoja de la, 113-114
conjuntos, teoría de, 161
conmensurabilidad de teorías
  metodológica, 111
  referencial, 98-100, 111
constructo, 37, 57, 72, 87, 123, 128
contenido, 205-214
  cambios de, 214
  empírico, 208-211
contexto, 87, 188
  cerrado, 188-194
  fáctico, 90
  formal, 90
convencionalismo, 103-105, 207-208
correferencia, 88
correspondencia, regla de, 51, 144. *Véase también* denotación, regla de; semántico, supuesto
cuántica, mecánica, 105-108, 149-151

datos, 103
delegación, relación de, 127
denotación, 50, 71-72
  regla de, 50, 143-147
designación, 45-51, 71
  función de, 48-51
  regla de, 142, 144
differentia specifica, 173

empirismo, 152, 208. *Véase también* operacionismo, fenomenismo, positivismo
enunciado, 40, 44, 80-81. *Véase también* proposición
equivalencia lógica, 83
  de las representaciones, 131
escala, concepto de, 69-70
esquema, 135-138
expresión, 33-34, 38, 50, 52

extensión, 62-63, 78, 159-162, 173.*Véase también* el volumen 2, capítulo 9, sección 1
extensionalismo, 159-162

fbf. Véase expresión
fenomenismo, 103-108
filosofía exacta, 28
filtro, 202
forma lógica, 155-156
formalismo matemático, 142
fundamentos de una teoría, 198-199

gramática, 35, 75
gramaticismo, 75

holismo semántico, 199, 220
hipótesis, 149

ideal, 190-192
implicación, 171-172, 191
información semántica, 159, 178-182
  estadística, 180-182
intensión, 155-185, 218-219
intensional
  contexto, 162-164
intensiones, anillo de, 175-176
interpretación fáctica, 142-153. *Véase también* el volumen 2, capítulo 6
  matemática, 142-143

legal, enunciado, 125
lenguaje, 31-36, 43-45
  conceptual, 48-51
lógica, 27-28, 67, 95
  intencional, 162
  fuerza, 177-178

magnitud, 131-133
matemática, 27-28, 67, 161-162
materialismo conceptualista, 59-60
metaenunciado, 63
metafísica, 51-56, 68, 71, 82, 114. *Véase también* ontología
metateoría, 26, 63
metodología, 74, 183-184
modalidades, 185
modelado, 135-141
modelo objeto, 64-136. Véase esquema
modelo teórico, 135-137.*Véase también* teoría específica
modelos, teoría de, 26, 27
monoide, 33

negación, 120-121
nombre, 45-48
nominalismo, 44-47, 54-57

objeto, 51-52
observador, 105
ontología, 51-52, 66-67. *Véase también* metafísica
operacionismo, 76, 147, 207-213.*Véase también* positivismo
oración, 34, 37, 41-45, 53

parecido de familia, 176
pertinencia, 108-110
  principio de, 97
platonismo, 53-57
positivismo, 207
pragmática, 36, 103, 135
pragmatismo, 75-76, 103
predicado, 39-42, 80
  maximal, 91-92
presuposición, 197
primitivo, 195
probabilidad, 101, 121, 126, 147-148, 180
proposición, 31, 37, 39-40, 41-42, 53-54.*Véase también* enunciado
proposicional, función, 39.*Véase también* predicado
pruebas empíricas, 73, 210-211
  pertinentes, 113
pseudopredicado, 41
psicolingüística, 24-25
psicología, 102
psicologismo, 46

quid, 192-193, 195-201
  cambios de, 199-201
  extralógico, 198-199
quid, diferencia de, 201
intencional, 173-174

Ramsey, oración de, 212
realismo, 103-108, 147
  empírico, 208

referencia, 59-115, 161
clase de, 65-114
espuria, 100-102
fáctica, 68-71, 89-108
funciones de, 79-81
genuina, 100-102
inmediata, 64
mediata, 64
oblicua, 82
ostensiva, 82
profunda, 82
relación de, 51, 62-72, 121-122
referencial, heterogeneidad, 89
homogeneidad, 89
partición, 89
relatividad, teoría de la, 88
representación conceptual, 117-153
equivalente, 130-131, 133-134, 138-139
exacta, 126-127
relación de, 122-127
supuesto, 142-153
retículo, 189-190, 201

sarta, 33. 55. *Véase también* término; expresión
semántica, 23-30, 35-3674, 100, 133
semántico, sistema, 50
sentido, 27, 155-159, 187-221
sentido ascendente, 157-158, 187, 192-194
extralógico, 193-194
sentido descendente, 157-158, 178, 187-188, 203-213
extralógico. Veáse contenido
sentido nuclear, 218
significado, 25, 28, 55, 146-147, 221. *Véase también* intensión, referencia, sentido y el volumen 2, capítulo 7
cambio de, 199-201
excedente de, 208
signo, 32, 37, 41-45, 53
sintaxis, 34
subjetivismo, 147
supuestos semánticos, 142-153

tautología, intensión de la, 170-171
referencia de la, 84-87
sentido de la, 217
teorema de interpolación de Craig, 97
reducción, 212
teoría, 43-45, 11-118
axiomática, 93-100
componentes semánticos de una, 142-153
contenido de una, 205-213
de la cuerda vibrante, 128
específica, 136-137
exposición de una, 111
fáctica, 92-108, 142
genérica, 136-137
referencia de una, 93-108
rival, 112
semánticamente equivalente, 134-135
universo del discurso de una, 92
versatilidad de una, 207
teórica, entidad, 103
término, 38-52
topología del espacio intencional, 176
transformación, fórmula de, 133-135
trasfondo de una teoría, 198-199

verdad, 67, 76-77, 207.*Véase también* el volumen 2, capítulo 8
condición de, 35-36